



INSTITUTO POLITÉCNICO  
DE VIANA DO CASTELO

Ana Luísa Rodrigues de Oliveira Leitão

# DESENVOLVIMENTO DE UMA MASSA SEM GLÚTEN PARA RISSÓIS

Mestrado em empreendedorismo e inovação na indústria alimentar

Trabalho efectuado sob a orientação da  
Professora Doutora Rita Pinheiro

Dezembro de 2010

## Agradecimentos

Foi mais uma etapa, mais um caminho percorrido, mais uma barreira ultrapassada. Sinto-o como uma maratona que chegou ao fim. Foi um ano de emoções onde o apoio incondicional dos que me rodearam foi a minha força e motivação.

Desta forma, quero agradecer a todos os que, de uma forma ou de outra tornaram possível a concretização deste trabalho:

- À Professora Doutora Rita Pinheiro pela orientação, pelo apoio e pela incansável motivação.

- Ao Professor Doutor Rui Alves pelo interesse demonstrado no tema deste trabalho.

- À Mestre Carla Barbosa pelo apoio nas provas de análise sensorial e no tratamento estatístico dos dados.

- À Técnica de laboratório, D. Isabel Alves, pelo empenho e disponibilidade durante a realização do trabalho experimental.

- Ao grupo de engenharia alimentar que acreditou no meu projecto.

- Aos provadores, utentes da cantina da ESTG, pela colaboração no teste ao consumidor.

- À família que me apoiou, e aos que partiram sonhando.

- A Ti Mãe, Alcino, Carlos, Gabi, Daniel e Sara por serem o meu porto de abrigo e por isso vos dedico este trabalho.





## Sumário

A substituição do glúten em produtos alimentares apresenta um grande desafio tecnológico, pois o glúten é uma proteína estrutural essencial, necessária para a formulação de produtos à base de cereais de alta qualidade. A crescente procura de produtos “gluten-free” (produtos sem glúten) é análoga ao aumento aparente ou real da doença celíaca, ou outras reacções alérgicas/intolerância ao glúten.

Neste sentido, pretendeu-se desenvolver uma massa sem glúten, não-fermentada, para a produção de "Rissóis". A formulação desenvolvida teve como base amilácea a farinha de arroz, farinha de grão-de-bico e amido de milho (farinhas alternativas à farinha de trigo), entre outros constituintes como água, azeite, sal e gomas (hidrocolóides). Esta pesquisa englobou o estudo da cor, pH, humidade, textura e análise sensorial (através de um teste de consumidor) das diferentes massas formuladas, nomeadamente: massa sem glúten com goma xantana, 1%, massa sem glúten com goma guar, 1%, massa sem glúten com mistura de goma xantana, 0,5%, e goma guar, 0,5%, massa sem glúten e sem gomas e massa com glúten (farinha de trigo). Com os resultados obtidos concluiu-se que a formulação com goma guar, reteve maior percentagem de humidade, idêntica à formulação tradicional, com farinha de trigo. Da mesma forma, nas formulações sem glúten e com gomas na sua constituição, obtiveram-se massas com valores de luminosidade superiores à massa tradicional. Através da análise à textura, foi possível concluir que não se detectaram diferenças nos parâmetros elasticidade, dureza e adesividade entre as várias massas. No entanto, a formulação com mistura de goma xantana e goma guar, revelou-se mais firme quando comparada com a formulação com glúten, massa tradicional.

Por fim, a prova de análise sensorial, num teste de aceitabilidade (consumidor), veio confirmar os resultados obtidos através das técnicas instrumentais. Concluindo-se que a aceitabilidade do consumidor em relação aos rissóis sem glúten e com glúten foi muito semelhante. Esta conclusão leva a pensar que este rissol poderá ser consumido não só por doentes celíacos mas também pelo consumidor geral.









## Abstract

The replacement of gluten in food presents a huge technological challenge, because gluten is an essential structural protein, necessary for the formulation of products from wheat cereals. The increasing demand for gluten-free products is analogous to the real or apparent increase of celiac disease, or other allergic reactions / intolerance to gluten.

In the present study it was developed a gluten-free non-fermented formulation to produce "rissóis." This formulation was based on starch rice flour, chickpea flour and corn starch (alternatives to wheat flour), among other ingredients, such as water, olive oil, salt and hydrocolloids. It was studied and analysed the color, pH, moisture content, texture and sensory evaluation (by a consumer test) of different formulations, namely: with xanthan gum, 1%, with guar gum, 1%, with a mixture of xanthan, 0,5%, and guar, 0,5%, gums, without gums and a formulation with gluten (wheat flour). With these results it was concluded that the formulation with guar gum retained has high levels of moisture, similar to the traditional formulation, with wheat flour.

Likewise, the formulations with gums were brighter than the traditional formulation. With the texture analysis results it was concluded that no differences were detected in the parameters elasticity, hardness and adhesion between all the formulations. However, the firmness of the formulation with gums, particularly with a mixture of xanthan gum with guar gum, was higher than the pasta with gluten.

Finally, evidence of sensory analysis, confirmed the results obtained using instrumental techniques. It was concluded that the acceptability of the consumer in relation to rissóis without gluten and gluten was very similar. This finding suggests that this rissol can be consumed not only by celiac patients but also for the general consumer.





# Índice

|  |            |
|--|------------|
| <b>AGRADECIMENTOS.....</b>                       | <b>I</b>   |
| <b>SUMÁRIO .....</b>                             | <b>II</b>  |
| <b>ABSTRACT .....</b>                            | <b>III</b> |
| <b>ÍNDICE .....</b>                              | <b>IV</b>  |
| <b>LISTA DE TABELAS.....</b>                     | <b>VI</b>  |
| <b>LISTA DE FIGURAS .....</b>                    | <b>VII</b> |
| <b>LISTA DE GRÁFICOS.....</b>                    | <b>X</b>   |
| <br>   |            |
| <b>1. INTRODUÇÃO .....</b>                       | <b>1</b>   |
| <br>   |            |
| <b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>            | <b>7</b>   |
| 2.1. A DOENÇA CELÍACA.....                       | 9          |
| 2.2. O GLÚTEN.....                               | 12         |
| 2.3. FARINHAS ISENTAS DE GLÚTEN .....            | 13         |
| 2.3.1. Farinha de arroz.....                     | 13         |
| 2.3.2. Farinha de Grão-de-bico.....              | 15         |
| 2.3.3. Amido de milho.....                       | 15         |
| 2.4. OS HIDROCOLÓIDES .....                      | 17         |
| 2.4.1. GOMA XANTANA.....                         | 19         |
| 2.4.2. GOMA GUAR .....                           | 20         |
| 2.5. AS GOMAS E A FORMULAÇÃO “GLUTEN-FREE” ..... | 22         |
| <br>   |            |
| <b>3. MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>               | <b>25</b>  |
| 3.1. MATÉRIA-PRIMA .....                         | 27         |
| 3.1.1. FUNÇÃO DA MATÉRIA-PRIMA NA MASSA .....    | 28         |
| 3.2. PROCESSO PRODUTIVO DA MASSA DE RISSOL.....  | 30         |
| 3.3. PROCESSO PRODUTIVO DO RISSOL.....           | 31         |
| 3.4. ENSAIOS PRELIMINARES.....                   | 32         |
| 3.5. ENSAIOS COM DIFERENTES FORMULAÇÕES .....    | 35         |
| 3.6. MÉTODOS ANALÍTICOS.....                     | 37         |
| 3.6.1. DETERMINAÇÃO DO PH.....                   | 37         |
| 3.6.2. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE HUMIDADE .....    | 37         |
| 3.6.3. DETERMINAÇÃO DA COR.....                  | 38         |

|           |  |            |
|-----------|--|------------|
| 3.6.4.    | TEXTURA .....  | 41         |
| 3.6.5.    | ANÁLISE SENSORIAL .....                                | 46         |
| <b>4.</b> | <b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....</b>                  | <b>49</b>  |
| 4.1.      | O PH DAS MASSAS .....                                  | 51         |
| 4.2.      | O TEOR DE HUMIDADE DAS MASSAS.....                     | 52         |
| 4.3.      | A COR DAS MASSAS .....                                 | 53         |
| 4.4.      | A TEXTURA DAS MASSAS .....                             | 56         |
| 4.5.      | ANÁLISE SENSORIAL .....                                | 63         |
| 4.6.      | ANÁLISE ESTATÍSTICA.....                               | 66         |
| <b>5.</b> | <b>CONCLUSÕES E SUGESTÕES DE TRABALHO FUTURO .....</b> | <b>71</b>  |
| <b>6.</b> | <b>BIBLIOGRAFIA .....</b>                              | <b>75</b>  |
|           | <b>APÊNDICES .....</b>                                 | <b>83</b>  |
|           | <b>ANEXOS.....</b>                                     | <b>103</b> |

## Lista de Tabelas

|   |     |
|---|-----|
| Tabela 1 – Efeito das gomas em estudos realizados. ....                                 | 22  |
| Tabela 2 - Marca e lote da matéria-prima utilizada .....                                | 27  |
| Tabela 3 – Função de cada um dos componentes na massa alimentícia. ....                 | 29  |
| Tabela 4 – Constituição do “Mix” utilizado. ....  | 33  |
| Tabela 5 – Resumo dos ensaios preliminares.....   | 33  |
| Tabela 6 – Constituintes utilizados nos ensaios experimentais. ....                     | 36  |
| Tabela 7 – Composição das massas confeccionadas.....                                    | 36  |
| Tabela 8 – Cor obtida através do conversor colorimétrico .....                          | 55  |
| Tabela 9 – Análise de componentes principais: matriz de valores próprios. ....          | 67  |
| Tabela 10 – Análise de componentes principais e correlações entre os parâmetros         | 68  |
| Tabela 11 – Observações experimentais da determinação de pH. ....                       | 85  |
| Tabela 12 – Observações experimentais dos ensaios do teor de humidade .....             | 86  |
| Tabela 13 – Observações experimentais dos ensaios da cor. ....                          | 88  |
| Tabela 14 – Observações experimentais dos ensaios de dureza .....                       | 90  |
| Tabela 15 – Observações experimentais dos ensaios da elasticidade da massa.....         | 91  |
| Tabela 16 – Observações experimentais dos ensaios da firmeza da massa. ....             | 92  |
| Tabela 17 – Observações experimentais dos ensaios da adesividade da massa.....          | 93  |
| Tabela 18 – Observações experimentais dos ensaios da coesividade da massa.....          | 95  |
| Tabela 19 – Observações experimentais dos ensaios da gomosidade da massa. ....          | 96  |
| Tabela 20 – Observações experimentais dos ensaios da masticabilidade da massa.<br>..... | 97  |
| Tabela 21 – Registos da prova de análise sensorial. ....                                | 100 |

## Lista de Figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - Massa de rissol elaborada com um “Mix” disponível no Mercado.....                          | 5  |
| Figura 2 - Mucosa intestinal normal,.....   | 10 |
| Figura 3 – Mucosa intestinal plana, que perdeu as vilosidades na DC. ....                             | 11 |
| Figura 4 - Modelo do iceberg explicativo da prevalência da DC.....                                    | 11 |
| Figura 5 – Cultura de bactéria <i>Xanthomonas campestris</i> .....                                    | 19 |
| Figura 6 – Estrutura primária da goma xantana .....   | 20 |
| Figura 7 – Imagem da plante leguminosa <i>Cyamopsis tetragonolobus</i> .....                          | 21 |
| Figura 8 – Estrutura da goma guar .....   | 21 |
| Figura 9 – Fluxograma do processo produtivo da massa de rissol.....                                   | 30 |
| Figura 10 – Variação de Temperatura de cozedura da massa ao longo do tempo. .                         | 31 |
| Figura 11 – Fluxograma do processo produtivo do rissol. ....  | 32 |
| Figura 12 – Rissóis obtidos com o “Mix” pane e pasta Schar. ....                                      | 34 |
| Figura 13 – Rissóis obtidos com a formulação à base de farinha de grão e goma xantana .....           | 34 |
| Figura 14 – Rissóis obtidos com farinha de arroz, farinha de grão, amido de milho e goma xantana..... | 35 |
| Figura 15 – Mapeamento CIE L*a*b* .....   | 39 |
| Figura 16 – Colorímetro Minolta CR-300.....   | 40 |
| Figura 17 - Conversor colorimétrico .....   | 41 |
| Figura 18 – Texturómetro TA-XT 2i. ....   | 42 |
| Figura 19 – Gráfico característico de um ensaio uniaxial de penetração, texturograma. ....            | 43 |

|  |    |
|--|----|
| Figura 20 – Gráfico característico de um ensaio TPA .....  | 44 |
| Figura 21 – Valores de pH para os diferentes ensaios realizados. ....  | 52 |
| Figura 22 – Teor de humidade da massa dos ensaios realizados. ....   | 53 |
| Figura 23 – Resultados da cor da massa.....  | 54 |
| Figura 24 – Gráficos da dureza das amostras.....   | 57 |
| Figura 25 – Firmeza da massa das amostras. ....  | 58 |
| Figura 26 – Elasticidade da massa. ....  | 59 |
| Figura 27 – Adesivividade da massa.....  | 60 |
| Figura 28 – Coesividade da massa .....   | 61 |
| Figura 29 – Gomosidade das massas.....   | 62 |
| Figura 30 – Masticabilidade da massa. ....   | 63 |
| Figura 31 – Representação do teste ao consumidor para rissóis sem glúten.....  | 64 |
| Figura 32 – Representação do teste ao consumidor para rissóis com glúten. ....   | 65 |
| Figura 33 – Histograma de frequência para os valores hedónicos de prova de<br>consumidor aos rissóis com e sem glúten. ....  | 66 |
| Figura 34 - a) Projecção dos parâmetros analisados nas Componentes Principais 1<br>e 2; b) Análise de componentes principais com projecção das amostras nas<br>componentes principais 1 e 2..... | 69 |





## **Lista de Abreviaturas**

APC – Associação Portuguesa de Celíacos

DC – Doença Celíaca

FA – Fibras alimentares

FAO – Food and Agriculture Organization

FG – Formulação Guar

FT – Formulação Trigo

FX – Formulação Xantana

HC – Hidratos de carbono

IG – Índice Glicémico

L – Lípidos

NP – Norma Portuguesa

P – Proteínas

PLV – Proteínas do Leite de Vaca

SG – Formulação Sem Gomas

TPA – Análise perfil de textura

VE – Valor energético

XG – Formulação com mistura Xantana/Guar





## **1. Introdução**









A doença celíaca (DC) é uma doença auto-imune, despoletada pela ingestão de cereais que contêm glúten, em indivíduos geneticamente susceptíveis. Esta doença, que afecta todas as idades, traduz-se numa intolerância permanente ao glúten. O único tratamento conhecido para esta intolerância é a eliminação total do glúten da dieta alimentar. A exclusão do glúten conduz a uma mudança significativa nos hábitos alimentares e consequentemente na vida social do indivíduo. Segundo testemunhos reais existem grandes dificuldades de adaptação à DC pela socialização em redor da alimentação.

A exclusão total do glúten da dieta não é fácil de concretizar, porque os cereais sem glúten não são facilmente encontrados nos alimentos. Para além disso, o risco de contaminação accidental por glúten está fortemente presente na indústria alimentar. De facto, devido ao número elevado de doentes celíacos em Portugal, existe um organismo, Associação Portuguesa de celíacos (APC), que tem como finalidade principal a defesa dos direitos e dos interesses dos doentes celíacos/intolerantes ao glúten. Esta associação promove várias acções, entre elas sessões de esclarecimentos e alertas para estes doentes, como é o caso dos “10 mandamentos” (Anexo I), e da listagem da classificação dos alimentos (Anexo II).

Segundo a Associação Portuguesa de Celíacos (APC), “estima-se que, na Europa, 1 em cada 300 pessoas seja celíaca. Em Portugal o último estudo efectuado sugere uma incidência de 1/134, na região de Braga.” Segundo Schober *et al.* (2008), no seu estudo baseado em dados serológicos, estima-se que a nível mundial a prevalência da doença celíaca seja de 1 para 266.

## **1.1 Enquadramento**

Até à data, o único tratamento disponível para a doença celíaca é uma estrita aderência ao longo da vida para uma dieta isenta de glúten. Portanto, pessoas com doença celíaca devem evitar o consumo de alimentos que contêm glúten. No entanto, esta pode revelar-se uma tarefa árdua para os doentes celíacos pois a maioria dos alimentos à base de cereais disponíveis no mercado (como esparguete, empadas, rissóis, lanches e cereais de pequeno-almoço, etc.) são preparados com grãos de cereais que contêm glúten, como o trigo (Kupper, 2005). Os celíacos relatam que a oferta de

alimentos sensorialmente adequados é restrita, o que torna a sua dieta monótona. Apontam que os produtos disponíveis no mercado são normalmente de custo elevado. Além disso, situações como viajar, comer fora de casa e não acreditar na segurança dos alimentos são frequentemente referidas. Aderir à dieta isenta de glúten não afecta apenas o consumo de alimentos, mas também o estilo de vida dos celíacos.

Apesar dos recentes avanços no desenvolvimento de formulações de produtos sem glúten de elevada qualidade, a substituição do glúten em produtos à base de cereais, como o pão, bolos e massas alimentícias, ainda representa um desafio tecnológico significativo (Gallagher *et al.*, 2004). A formulação de pão sem glúten possivelmente representa o maior desafio, devido ao papel fundamental do glúten em panificação (Arendt *et al.*, 2008). O glúten é uma estrutura essencial - construção de proteínas que fornece viscoelasticidade à massa, confere boa capacidade de retenção de gás e boa estrutura do produto, resultante após o processamento térmico. Algumas das abordagens mais importantes desenvolvidas até agora para simular as propriedades do glúten, em produtos de panificação “gluten-free”, envolvem a utilização de hidrocolóides (Arendt *et al.*, 2008).

Consideravelmente, poucos estudos têm sido dedicados a melhorar a qualidade nutricional dos produtos sem glúten, nos quais se utilizam misturas amiláceas à base de fécula e geralmente não são enriquecidos ou fortificados e como resultado, muitos alimentos “gluten-free” não podem conter os mesmos níveis de vitaminas B, ferro e fibra como seus homólogos que contém glúten. A necessidade de melhorar a sua qualidade nutricional tem sido levantada por muitos peritos médicos e nutricionistas (Kupper, 2005; Thompson *et al.*, 2005).

Tal como referido anteriormente, existem determinadas misturas de farinhas sem glúten que possibilitam a confecção de produtos alimentares para doentes celíacos. E, tal como mostra a Figura 1 (massa quebradiça), confirma-se a baixa qualidade que este tipo de produtos oferece e que ficam bastante aquém das características conferidas pelas farinhas com glúten.



Figura 1 - Massa de rissol elaborada com um “Mix” (mistura de farinhas sem glúten) disponível no Mercado.

## 1.2 Objectivos

No presente trabalho, pretende-se desenvolver uma formulação de massa sem glúten não-fermentada, para a produção de "Rissóis". Para tal irá recorrer-se a uma mistura amilácea com farinha de arroz, farinha de grão-de-bico e amido de milho, e com a adição de hidrocolóides (goma xantana e goma guar). A farinha de arroz é um substituto da farinha de trigo na preparação de produtos consumidos por pacientes celíacos devido ao seu sabor suave, cor branca, digestibilidade e com propriedades hipoalergénicas. Por sua vez, a farinha de grão-de-bico tem uma alta digestibilidade da proteína, é rica em vitaminas e minerais, e não contém factores antinutricionais. Pretende-se obter um produto que reúna em simultâneo várias características, como a total isenção de alérgenos, como o glúten, de proteínas do leite de vaca – PLV, soja, frutos secos; e que seja nutricionalmente rico, com baixo índice glicémico (IG), e com valor acrescido de fibras.

Pretende-se estudar as características físico-químicas e de textura das várias formulações, nomeadamente: pH, teor de humidade, cor e textura (dureza, firmeza, elasticidade, adesividade, coesividade, gomosidade e masticabilidade). De forma a verificar e a validar a possível aceitação deste produto por parte do consumidor, pretende-se ainda comparar uma formulação de massa “gluten-free” desenvolvida com a

massa convencional, feita com farinha de trigo, numa prova de análise sensorial num teste ao consumidor.

## **2. Revisão bibliográfica**



## 2.1. A doença celíaca

A descrição da doença celíaca (DC) foi feita há mais de 100 anos por Samuel Gee, em 1888, sob a denominação de “afecção celíaca”, relatando as seguintes características: “indigestão crônica encontrada em pessoas de todas as idades, especialmente em crianças entre 1 e 5 anos. No entanto, foi durante o período da Segunda Guerra Mundial que se associou os efeitos prejudiciais de certos tipos de cereais à doença celíaca. Neste período, Dicke, um pediatra holandês, observou que durante o período de racionamento de trigo na segunda Guerra Mundial, a incidência do “sprue celíaco” havia diminuído muito. Posteriormente, quando os aviões suecos trouxeram pão para a Holanda, as crianças com doença celíaca voltaram rapidamente a apresentar sintomas, confirmando a importância do trigo na gênese da doença. Poucos anos depois, com a chegada da biopsia do intestino delgado, comprovaram-se as características histopatológicas da mucosa intestinal na doença celíaca. A DC é uma intolerância permanente ao glúten, caracterizada pela atrofia total ou subtotal da mucosa do intestino delgado proximal e consequente má absorção de alimentos, em indivíduos geneticamente susceptíveis (Sdepanian *et al.*, 1999).

Segundo Gallagher *et al.* (2003), a ingestão de glúten em pessoas com esta patologia resulta numa inflamação do intestino delgado e numa consequente má absorção de micronutrientes importantes como o ferro, ácido fólico, cálcio e vitaminas lipossolúveis.

No seu estudo, Sdepanian *et al.* (1999) defende que existem poucos trabalhos relacionados com o prognóstico tardio da DC, existindo vários relatos de complicações não-malignas da mesma, como por exemplo, esterilidade, osteoporose, distúrbios neurológicos e psiquiátricos. Segundo este autor, o cumprimento de uma dieta totalmente isenta de glúten, reduz o risco de linfoma e de outras doenças malignas. O risco de malignidade foi maior no grupo de pacientes que seguiam dieta normal ou com quantidade reduzida de glúten, quando comparado com pacientes que seguiram dieta totalmente isenta de glúten durante cinco anos ou mais. Neste último grupo, o risco de desenvolver malignidade ao nível gastrointestinal, não estava aumentado, quando se comparava à população geral.

Segundo a Associação Portuguesa de Celíacos, existem quatro tipos de DC: clássica, atípica, silenciosa e latente.

A **DC clássica** é caracterizada por apresentar sintomas gastrointestinais (vômitos, diarreia, cólicas, distensão abdominal, atraso no desenvolvimento fisiológico, obstipação, anorexia e frequentemente perda de peso), com testes serológicos e biópsia positiva e uma terapêutica de dieta isenta de glúten.

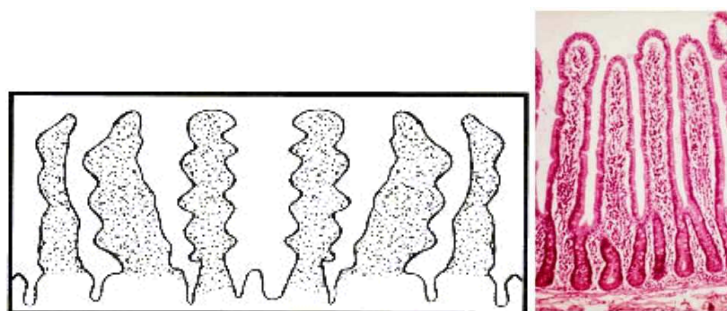
A **DC atípica** é caracterizada por apresentar sintomas extragastrointestinais (fadiga, infertilidade/abortos espontâneos sucessivos, atraso no início da puberdade, deficiências vitamínicas, baixa estatura, osteoporose, anemia ferropénica, dermatite herpetiforme e estomatite aftosa recorrente), com testes serológicos e biópsia positiva e uma terapêutica de dieta isenta de glúten.

A **DC silenciosa** é caracterizada por não apresentar sintomas, porém com serologia e biópsia positivas e uma terapêutica de dieta isenta de glúten.

A **DC latente** é caracterizada por ausência de sintomas, serologia positiva, biópsia negativa e sem uma terapêutica de dieta isenta de glúten.

O único tratamento para a DC é a adopção de uma dieta isenta de glúten. Esta dieta deve ser rigorosa e permanente para que a mucosa intestinal seja reposta (Gallagher *et al.*, 2004).

Na imagem das Figuras 2 e 3 é possível comparar as mucosas intestinais normais e atrofiadas pela DC, respectivamente.

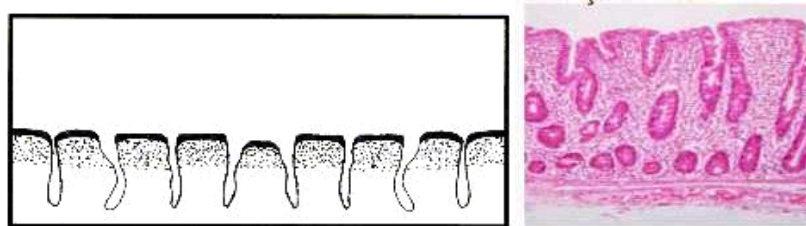


a)

b)

Figura 2 - Mucosa intestinal normal, a) representação do intestino; b) observação microscópica (Fonte: a) César, 2006; b) <http://www.ufrgs.br/alimentus/pao/curiosidades/celiacaca.htm>).





a)

b)

Figura 3 – Mucosa intestinal plana, que perdeu as vilosidades na DC, a) representação do intestino; b) observação microscópica (Fonte: a) César, 2006; b) <http://www.ufrgs.br/alimentus/pao/curiosidades/celiaca.htm>).

Segundo Gallagher *et al.* (2003), foram feitos estudos epidemiológicos recentes que revelam que a prevalência da DC está subdiagnosticada. Esta conclusão é facilmente explicada pelo modelo do iceberg exemplificado na Figura 4.

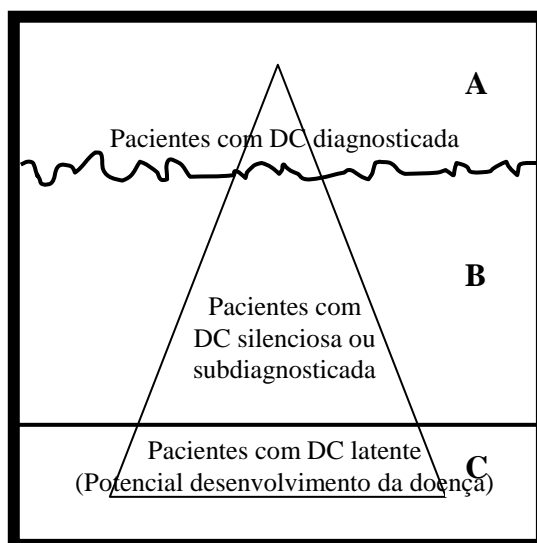


Figura 4 - Modelo do iceberg explicativo da prevalência da DC (adaptado de Gallagher *et al.*, 2004).

Nesta Figura é possível verificar que, apenas uma pequena parte da população com DC está diagnosticada (A). Verifica-se também que existe outra parte da população cuja doença se encontra na fase latente, havendo uma predisposição e um potencial desenvolvimento eminente da doença (B). A Figura revela ainda que a maior parte da

população com DC está subdiagnosticada, ou então, pela ausência de sintomas, ainda desconhecem a doença.

## **2.2. O glúten**

O glúten é um conjunto de proteínas que se encontram em cereais como: trigo, centeio e cevada (malte). Segundo César *et al.* (2006), o termo glúten é utilizado para designar a fracção proteica constituída pelas classes proteicas, glutenina e prolamina, após hidratação. O glúten da farinha destes cereais confere elasticidade às massas, tornando os alimentos com este constituinte mais fáceis de processar, nomeadamente nas operações de estendimento e moagem.

Apesar da aveia pura não conter glúten, é geralmente proibida a ingestão de alimentos com este cereal aos doentes celíacos devido à elevada contaminação por glúten que habitualmente este cereal contém.

As fracções proteicas do trigo, gliadina e glutenina, possuem a propriedade de formar com a água uma rede tridimensional viscoelástica, insolúvel em água – glúten. Nas preparações que necessitam de crescimento, o glúten é muito importante uma vez que forma membranas finas que retêm as bolhas de ar produzidas pelos agentes de crescimento. Em contacto com o calor, o glúten coagula formando uma crosta que limita os orifícios produzidos pela expansão do gás no interior da massa e lhe confere a característica crocante (Zandonadi, 2006).

Os fragmentos polipeptídicos do glúten, que constituem a fracção do glúten solúvel em álcool, são denominados de prolaminas. Estas, em geral, representam 50% da quantidade total do glúten e diferem de acordo com o tipo de cereal: gliadina no trigo, secalina no centeio, hordeína na cevada e avenina na aveia. Actualmente está comprovada a toxicidade da gliadina, assim como da secalina na DC. Quanto à hordeína e avenina ainda existem controvérsias (Sdepanian *et al.*, 1999).

Segundo Lorenzo *et al.* (2008), o glúten é responsável pelas características reológicas da massa, nomeadamente no que diz respeito à elasticidade, resistência ao estendimento e tolerância à homogeneização. A substituição do glúten resulta numa modificação das características da massa, essencialmente ao nível estrutural.

Para Torbica *et al.* (2010), apesar de se utilizarem amplamente farinhas com glúten, estas podem ser eliminadas da dieta alimentar. Para este autor, ao utilizar farinhas isentas de glúten é imprescindível a utilização de hidrocolóides para que se possam obter resultados satisfatórios.

A remoção do glúten resulta num enorme problema para os produtos de panificação. Os produtos isentos de glúten que existem no mercado são de baixa qualidade, pobres em aroma e sabor. As preparações de massas isentas de glúten são dificultadas, uma vez que o glúten contribui para o fortalecimento da estrutura proteica (Gallagher *et al.*, 2004).

## **2.3. Farinhas isentas de glúten**

O glúten é o constituinte responsável por determinadas características reológicas da massa. Numa formulação “gluten-free”, isto é, isenta de glúten, é imprescindível a adição de outros constituintes que concedam à massa características idênticas às do glúten (Lorenzo *et al.*, 2003).

### **2.3.1. Farinha de arroz**

Os cereais constituem a principal fonte de nutrientes como hidratos de carbono, proteínas, vitaminas e sais minerais na dieta alimentar da população mundial. Dentre estes cereais o arroz (*Oryza sativa L.*) ganha destaque por estar presente na dieta básica de aproximadamente 50% da população mundial. Segundo a Food and Agriculture Organization (FAO), o arroz é responsável por 20% da fonte da energia alimentar da população, enquanto o trigo fornece 19% e o milho 5% (Silva *et al.*, 2004). Apesar de ser considerado um alimento importante na alimentação humana, o arroz ainda é pouco reconhecido pelas suas características nutricionais. Este cereal é veículo de substâncias bioactivas, que atribuem a alegação de funcional aos alimentos. O arroz enquadra-se dentro deste conceito especialmente por possuir o amido resistente, que é capaz de actuar no metabolismo e na fisiologia humana, promovendo benefícios como o retardamento de doenças crónico-degenerativas e consequentemente promovendo efeitos benéficos à saúde. As propriedades mais importantes com influência no seu valor nutricional incluem a taxa e a extensão da

digestão ao longo do intestino e o metabolismo dos monómeros absorvidos (Heisler *et al.*, 2008). O arroz é rico em hidratos de carbono e é um alimento essencialmente energético, mas pode ser também uma importante fonte de proteínas, sais minerais (principalmente fósforo, ferro e cálcio) e vitaminas do complexo B, como a B1 (tiamina), B2 (riboflavina) e B3 (niacina). Segundo a FAO, o arroz destaca-se pela sua fácil digestibilidade. Por ser um produto de origem vegetal, o arroz é um alimento isento de colesterol e apresenta um teor de gordura baixo. Tratando-se de produto agrícola caro, o arroz é utilizado predominantemente na forma de grão, para a alimentação Humana. Ao contrário do que ocorre com o trigo e o milho, que são transformados noutros produtos antes do consumo ou destinados a alimentação animal. A farinha de arroz tem sido utilizada também em formulações especiais de produtos alternativos para pessoas alérgicas à proteína do trigo (Demirkesen *et al.*, 2010; Gallagher *et al.*, 2004).

Entre os amidos comerciais o amido de arroz tem especial aplicação porque tem um tamanho pequeno de grão e a sua proteína residual não é alergénica. O amido de arroz é convencionalmente isolado da farinha por extracção alcalina. A disponibilidade de amido de arroz é baixa em função da dificuldade de extracção e necessidade de tecnologia de elevado custo. O grão do amido de arroz é muito pequeno quando comparado com os de milho (15  $\mu\text{m}$ ) e de trigo (30  $\mu\text{m}$ ), variando de 2  $\mu\text{m}$  a 10  $\mu\text{m}$ , além disso, a presença de corpos proteicos dispersos na matriz amilácea dificulta o seu isolamento.

Este cereal apresenta grande digestibilidade e valor biológico (Borges *et al.*, 2003). E, apesar da farinha de arroz conter prolaminas, estas não produzem toxinas que afectem o DC (Therdthai *et al.*, 2007).

A farinha de arroz pode ser incorporada em vários alimentos. Pode ser usada por doentes celíacos devido à baixa alergenicidade das suas proteínas (Clerici e El-Dash, 2008). De facto, o consumo de farinha de arroz como substituto de farinha de trigo está a aumentar. Este cereal oferece uma coloração branca, um sabor agradável e propriedades digestivas e hipoalergénicas. A hidratação necessária da farinha de arroz para a obtenção de uma massa é bastante mais elevada quando comparada com a farinha de trigo (Torbica *et al.*, 2010).

### **2.3.2. Farinha de Grão-de-bico**

O grão-de-bico é uma leguminosa da família das fabáceas. Esta leguminosa tem importantes qualidades nutritivas e funcionais devido ao seu elevado teor em celulose da casca. É uma excelente fonte de proteínas, hidratos de carbono, minerais, vitaminas e fibras.

O grão-de-bico diferencia-se das outras leguminosas pela sua digestibilidade e por apresentar a melhor disponibilidade de ferro. As sementes de grão-de-bico apresentam uma considerável quantidade de óleo, cujos valores variam de 3,8 a 10,2%. O seu óleo tem alto teor de ácidos gordos insaturados, particularmente linoléico e oléico (Silva *et al.*, 2004).

Tem havido um aumento de consumo de farinha de grão-de-bico por parte dos consumidores. Este é um aumento consciente pelos benefícios acarretados para a saúde. A farinha de grão-de-bico confere às massas um baixo índice glicémico e um melhor teor nutricional (Wood, 2009).

Por ser isento de glúten e permitido pela APC, o grão-de-bico é uma interessante alternativa para as confeções “gluten-free”.

### **2.3.3. Amido de milho**

O amido é a principal substância de reserva dos cereais e tubérculos e fornece de 70 a 80% das calorias consumidas pelo homem, é altamente abundante na natureza e pode ser facilmente extraído com alta pureza e baixo custo. O amido de tubérculos possui maior facilidade de extração, enquanto que os amidos de cereais necessitam de mais recursos para obtenção. O amido, polissacarídeo que consiste apenas de resíduos de -D-glicose e como tal, pode ser considerado uma homoglucana (ou homopolissacarídeo), apresenta-se na forma de grãos com forma e tamanho dependente da sua fonte botânica e é constituído por dois polímeros de glicose com estruturas diferentes: amilose e amilopectina. O amido deve muito de suas propriedades a estas duas macromoléculas, assim como à organização física das mesmas dentro da estrutura granular. A proporção entre amilose e amilopectina é variável com a fonte botânica, o que confere características específicas à pasta de amido. A amilose é essencialmente linear constituída por polímeros de D-glicose ligados por ligações -1,4 e a amilopectina é altamente ramificada e, além das ligações

-1,4, apresenta de 5 a 6% de ligações -1,6 nos pontos de ramificação. A grande maioria dos amidos contém 20-30% de amilose e 70-80% de amilopectina e essa razão varia com a fonte botânica.

A amilose forma complexo com iodo, dando uma coloração azul e é instável em soluções aquosas diluídas. A amilopectina está presente em todos os amidos conhecidos, constituindo em torno de 75% dos amidos mais comuns, possui um peso molecular da ordem de 50 a 500x10<sup>6</sup> Daltons e o comprimento das ramificações é variável, geralmente entre 20 e 30 unidades de glicose. Em presença de iodo a amilopectina dá coloração vermelha e é estável em soluções aquosas diluídas (Cereda, 2002).

As propriedades mais importantes e que têm influência no seu valor nutricional, incluem a taxa e a extensão da digestão ao longo do trato gastrointestinal e o metabolismo dos monómeros absorvidos (Lobo e Silva, 2003).

Além do valor nutritivo o amido tem importância pelo seu efeito sobre os alimentos, como espessante, aumento da consistência, estabilidade às condições de arrefecimento e congelação, aumento da adesividade, aumento da transparência, melhoramento da textura de pastas e géis e modificação das características de cozedura. O grão de amido apresenta diversos tamanhos, formatos e temperatura de gelatinização, variando de acordo com a origem (Cereda, 2002; Funami *et al.*, 2005).

O amido é o produto amiláceo extraído das partes aéreas comestíveis dos vegetais (sementes, frutos, etc.) e a fécula é o produto amiláceo extraído das partes subterrâneas comestíveis dos vegetais (tubérculos, raízes e rizomas). O produto deve ser designado amido ou fécula, seguido do nome do vegetal de origem, tais como amido de milho e fécula de batata. Esses amidos ou féculas são chamados de amidos naturais ou nativos, para diferenciar dos amidos modificados. A escolha do amido deve estar baseada na propriedade tecnológica desejada, já que possui uma grande influência nas propriedades do produto. A consistência da pasta de amido varia, dependendo do grau de gelatinização e do poder de aumento do grão. As características de viscoelasticidade determinam a potencialidade de utilização do amido (Cereda, 2002).

O amido de cereais caracteriza-se por ser mais consistente, pouco viscoso e de coloração mais opaca, com aplicação na elaboração de pudins e de sobremesas

prontas. As féculas apresentam géis mais fracos, pouco consistentes, mas muito viscosos e translúcidos ou transparentes. O aquecimento de suspensões de amido em excesso de água (60%) causa mudanças irreversíveis nas suas propriedades sendo denominada gelatinização. A retrogradação é um processo que ocorre quando as moléculas de amido gelatinizado começam a reassociar-se numa estrutura ordenada. O nome retrogradação é dado porque o amido volta à sua condição de insolubilidade em água fria. Considera-se que a retrogradação origina-se da tendência das moléculas ou de grupos de moléculas, de amido dissolvido, unirem-se através de pontes de hidrogénio, dando formação a partículas de maior tamanho (Cereda, 2002).

O amido resistente é formado por três tipos de amidos onde, do tipo 3 fazem parte os amidos retrogados produzidos aquando do resfriamento do amido após gelatinização (Lobo e Silva, 2003).

## 2.4. Os hidrocolóides

Os hidrocolóides ou gomas alimentares são polímeros hidrofílicos com alto peso molecular. Os hidrocolóides são utilizados na indústria alimentar como aditivos com o intuito de modificar as características reológicas, conferir textura, diminuir a retrogação do amido, aumentar o poder de retenção da água da mistura, aumentar a durabilidade do produto, e como substitutos do glúten em formulações “gluten-free” (Bárcenas *et al.*, 2009; Guarda *et al.*, 2004; Kohajdová e Karovicová, 2008).

Os hidrocolóides são polissacarídeos que apresentam a propriedade de reter moléculas de água, formando soluções coloidais e controlando desse modo a actividade de água de um sistema. Gomas, colóides hidrofílicos (ou hidrocolóides), ou ainda polissacarídeos solúveis em água, são algumas designações dadas a essas substâncias que têm a capacidade de formar, com água, géis ou soluções viscosas, isto é, têm a função de agentes espessantes ou gelificantes, estabilizantes de emulsões.

As emulsões de alimentos são constituídas por partículas cujos tamanhos variam de 1 a 500µm e dependendo do tamanho das partículas, formam soluções e dispersões. Quando o tamanho das partículas é muito grande, acima de 100 µm, formam as denominadas “dispersões grosseiras”, nas quais as partículas tendem a separar-se e sedimentar e quando isto acontece, ocorrem mudanças na textura, aparência, e, às

vezes, no “flavour” dos alimentos. Essas dispersões e suspensões podem ser estabilizadas pela adição de polissacarídeos adequados.

Os hidrocolóides mais conhecidos, são: a goma guar, a goma carragena, a goma xantana, e a carboximetilcelulose (CMC).

Tal como referido anteriormente uma das funções dos hidrocolóides é o atraso da retrogradação da amilose pela formação de complexos entre os hidrocolóides e as cadeias da amilose. A incorporação de hidrocolóides em soluções de amido modifica as propriedades reológicas e causa aumento da viscosidade. Por este motivo, as gomas são utilizadas para conferir estabilidade a produtos como pudins e sobremesas. Estudos sobre a interacção de amido de milho a 5% com goma guar e goma de alfarroba nas concentrações de 0-0,2%, mostraram que à medida que aumenta a concentração dos hidrocolóides diminui a temperatura de gelatinização e aumenta a viscosidade a frio da solução. Estudos recentes de sistemas contendo hidrocolóides e amidos sugerem a ocorrência de um efeito sinérgico entre esses constituintes. Os factores que interferem nesta interacção e, como ocorre ainda não estão totalmente esclarecidos, mas há evidências de que os hidrocolóides promovem maior estabilidade aos géis de amidos (Munhoz *et al.*, 2004).

Os hidrocolóides também aumentam a viscosidade dos produtos, e são usados como espessantes devido ao seu efeito gelificante. Estes aditivos alimentares são bastante utilizados pelas suas capacidades de estabilização, de retenção de água e de formar complexos com as proteínas (Linden e Lorient, 1999).

A goma xantana possui excelentes propriedades reológicas (Preichardt *et al.*, 2009), assim como a goma guar ou até mesmo a sinergia das duas (Lorenzo *et al.*, 2008).

Nos últimos anos têm sido realizados diversos estudos sobre a utilização destes aditivos alimentares no desenvolvimento de formulações sem glúten. É o caso de Bárcenas *et al.* (2009), Funami *et al.* (2005), Guarda *et al.* (2004), Kohajdová e Karovicová (2009), Lazaridou *et al.* (2007), Munhoz *et al.* (2004) e Rosell *et al.* (2006) nos seus estudos utilizando hidrocolóides. Já estudos com goma xantana foram efectuados por Mandala *et al.* (2002), Preichardt *et al.* (2009) e Sae-kang e Suphantharika (2006). Vários foram os autores que fizeram estudos sobre formulações sem glúten (César *et al.* (2006), Demirkesen *et al.* (2010), Gallagher *et al.* (2004) e



Trobica *et al.* (2010)). Já Ribotta *et al.* (2004), fez estudos com aplicação da goma guar em pão congelado.

### 2.4.1. Goma xantana

A goma xantana ( $C_{35}H_{49}O_{29}$ ) é um hidrocolóide polissacarídeo que possui excelentes propriedades reológicas de interesse para a utilização na incorporação em produtos alimentares. É um aditivo alimentar representado por E415 que se enquadra na categoria dos espessantes estabilizadores. Trata-se de um heteropolissacarídeo obtido naturalmente pela fermentação, de substratos contendo D-glucose, da bactéria *Xanthomonas campestris*. Na Figura 5 é possível visualizar uma cultura desta bactéria.

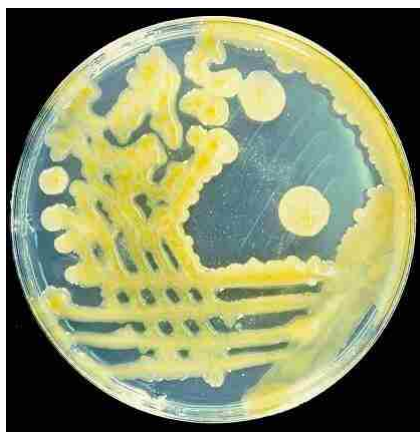


Figura 5 – Cultura de bactéria *Xanthomonas campestris* (Fonte: <http://www.biology.ed.ac.uk/research/groups/jdeacon/microbes/xanthan.htm>)

O peso molecular deste polissacarídeo varia entre 13.000.000 e 50.000.000, e é constituído por unidades básicas de D-glucopirranose, D-manopirranose e ácido-D-glucurônico na proporção de 2,8:3,0:2,0. Possui na sua estrutura grupos acetílicos e resíduos de ácido pirúvico, estes último ligado às cadeias de D-glucose por ligações acetílicas. São solúveis em água fria ou aquecida, formando soluções viscosas, mesmo em baixas concentrações, resistentes ao aquecimento e variações de pH.

Esta goma, que apresenta um elevado peso molecular, é insolúvel em solventes orgânicos, sendo solúvel em água e leite quente (Linden e Lorient, 1999). As cadeias de xantana, em solução, formam uma rede tridimensional contínua, com fraca ligação; consequentemente, estas soluções podem também ser caracterizadas como géis fracos

(Borges e Vendruscolo, 2008). Na Figura 6 é possível observar a estrutura primária da goma xantana.

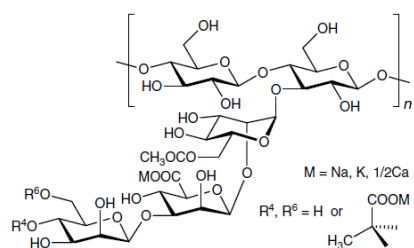


Figura 6 – Estrutura primária da goma xantana (Kohajdová e Karovicová, 2009)

Esta goma possui um efeito espessante, uma boa estabilidade em meio ácido e uma boa estabilidade na presença de sais. Em termos reológicos apresenta características plásticas, elásticas e um gel muito coeso. Quando sujeita a elevadas temperaturas apresenta uma viscosidade elevada, que não varia significativamente com a temperatura (Linden e Lorient, 1999). Quando misturada com goma guar, resulta num aumento de viscosidade (Borges e Vendruscolo, 2008). Para Lazaridou *et al.* (2007), a adição de Xantana nas formulações sem glúten, resulta quando testada num farinógrafo, numa curva típica de farinha de trigo. A adição de outros polissacarídeos, como uma goma (guar por exemplo) pode controlar ou modificar géis de amido e melhorar as suas características reológicas. Nos sistemas de goma/amido, as gomas tendem a aumentar a viscosidade do produto.

De facto, estudos comprovam que a goma xantana auxilia na retenção de gás e no aumento do volume específico dos produtos de panificação (Preichardt *et al.* 2009).

Devido à sua estabilidade, numa gama elevada de valores de pH, 2 a 11, é bastante utilizada em molhos para saladas.

### 2.4.2. Goma guar

A goma guar encontra-se em extractos de sementes de uma planta leguminosa *Cyamopsis tetragonolobus* (Figura 7). Esta goma corresponde ao aditivo alimentar

representado pelo E412 e enquadra-se nos espessantes, estabilizadores e emulsionantes (Linden e Lorient, 1999; Sikorski, 2007).



Figura 7 – Imagem da plante leguminosa *Cyamopsis tetragonolobus* (Fonte: <http://en.wikipedia.org/wiki/Guar>)

A goma de guar é um heteropolissacarídeo que consiste de uma cadeia de unidades de 1,4- $\beta$ -D mannopyranosyl (Figura 8) e pertence ao grupo das galactomanoses (1 galactose para 2 manoses) (Ribota *et al.*, 2003).

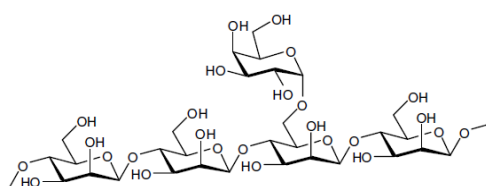


Figura 8 – Estrutura da goma guar (fonte: Kohajdová e Karovicová, 2008)

É uma goma de elevado peso molecular, estável ao calor devido à presença de resíduos de galactose que dificultam a aproximação das moléculas de polissacarídeos, capazes de formar dispersões coloidais em água com elevada viscosidade devido à sua baixa ramificação. Não forma géis. A viscosidade é pouco afectada pelo pH, em valores de 4 a 9. Interage com outras gomas, alterando a viscosidade final do produto.

A goma guar é totalmente solúvel em água ou leite quentes. É um agente espessante, com características pseudoplásticas. Quando sujeito a temperaturas elevadas perde parte da viscosidade (Linden e Lorient, 1999).

Quando adicionada à massa, a goma guar aumenta a tolerância à mistura, melhora a textura e a resistência da massa e aumenta a capacidade de reter a água (Ribota *et al.*, 2003). A incorporação da goma guar em certos tipos de alimentos melhora o seu sabor e melhora o controlo glicémico (Kohajdová e Karovicová, 2008). Segundo Funami *et al.* (2005), a goma guar acelera a retroação do amido.

A goma guar tem uma vasta aplicação como espessante e estabilizante, nas bebidas, molhos, mousses, chantilly e gelados (impede a formação de cristais).

## 2.5. As gomas e a formulação “gluten-free”

Como já foi referido em subcapítulos anteriores, as formulações “gluten-free” necessitam de aditivos que lhes confiram características reológicas semelhante às do glúten.

Segundo Preichardt *et al.* (2009) e Lorenzo e *et al.* (2008), a goma xantana, a goma guar e a mistura de ambas confere às massas características idênticas às massas que contêm glúten. Desta forma, é de primordial importância o estudo da função desta goma em massas isentas de glúten, “gluten-free”.

Na tabela 1 esquematiza-se o efeito das gomas em estudos realizados por outros autores.

Tabela 1 – Efeito das gomas em estudos realizados.

| Goma estudada | Conclusões   | Referência bibliográfica        |
|---------------|--|---------------------------------|
| Goma xantana  | A goma xantana diminui a elasticidade e a coesividade das amostras.  | Mandala <i>et al.</i> , 2001    |
| Goma xantana  | A goma xantana melhora as características sensoriais dos bolos sem glúten. Massas de bolos feitos com xantana e mistura xantana guar apresentam maiores valores de viscosidade aparente. | Preichardt <i>et al.</i> , 2009 |

|              |  |                                |
|--------------|--|--------------------------------|
| Goma xantana | As cadeias de xantana formam uma rede tridimensional contínua.<br>Misturada com goma guar aumenta a viscosidade da massa.  | Borges <i>et al.</i> , 2008    |
| Goma xantana | A goma xantana adicionada á farinha de arroz, apresentou melhores propriedades viscoelásticas em comparação com Carboximetilcelulose (CMC), pectina, agarose e $\beta$ -glucano.<br>A adição de goma xantana numa formulação isenta de glúten faz com que num farinografo, apresente uma curva típica da farinha de trigo. | Lazaridou <i>et al.</i> , 2006 |
| Goma guar    | A goma guar melhora a textura elástica e a resistência da massa.<br>Aumenta a capacidade de retenção da água.  | Ribotta <i>et al.</i> , 2003   |
| Goma guar    | A goma guar melhora o sabor das massas e ajuda a controlar o índice glicémico.<br>O carácter hidrofílico impede a libertação da água.  | Kohajdová e Karovicová, 2008   |

No estudo sobre a influência de mistura xantana-amido na textura de massas após a preparação e armazenamento, Mandala *et al.* (2001), concluiu que a goma xantana diminui a elasticidade e a coesividade das massas. Da mesma forma, Preichardt *et al.* (2009), concluiu que a goma xantana melhorava as características sensoriais dos bolos sem glúten e que massas de bolos com goma xantana, ou mistura xantana guar apresentavam maiores valores de viscosidade aparente.

No seu trabalho sobre as características e condições operacionais de produção da goma xantana, Borges *et al.* (2008), explica que as cadeias de goma xantana formam uma rede tridimensional contínua e quando misturada com a goma guar aumentam a viscosidade da massa.

Lazaridou *et al.* (2007), estudou os efeitos dos hidrocolóides na reologia das massas e nos parâmetros da qualidade do pão, nas formulações sem glúten, e concluiu que, a goma xantana, quando adicionada à farinha de arroz, melhorava as propriedades viscoelásticas quando em comparação com a carboximetilcelulose (CMC), pectina, agarose e  $\beta$ -glucano. Concluiu ainda que a adição de goma xantana numa formulação isenta de glúten faz com que num farinografo, apresente uma curva típica da farinha de trigo.

Já Ribotta *et al.* (2003) concluiu que a goma guar melhora a textura elástica e a resistência da massa e aumenta a capacidade de retenção da água ao estudar os efeitos

dos emulsionantes e da goma guar na micro estrutura e na reologia na massa de pão congelada.

Kohajdová e Karovicová (2008) ao estudar a aplicação dos hidrocolóides na melhoria dos produtos de panificação, concluiu que, a goma guar melhora o sabor das massas e ajuda a controlar o índice glicémico e o seu carácter hidrofílico impede a libertação da água.

### **3. Materiais e Métodos**





Este trabalho visa a elaboração de massa de rissol sem glúten com características viscoelásticas e sensoriais idênticas às da massa de rissol com glúten. Desta forma, procedeu-se à elaboração de massa sem glúten com gomas (xantana, guar e mistura xantana guar) e sem gomas e ainda uma massa com glúten (farinha de trigo). Após a preparação da formulação de base, realizaram-se os vários ensaios alterando a goma.

Neste capítulo encontram-se descritas as matérias-primas utilizadas, a descrição do processo produtivo da massa de rissol, assim como as metodologias e os equipamentos utilizados para a determinação do pH, humidade, cor, textura e análise sensorial.

### 3.1. Matéria-prima

Neste trabalho foram utilizadas farinha de arroz, farinha de grão-de-bico, amido de milho e farinha de trigo. Para a obtenção da farinha de arroz e da farinha de grão-de-bico procedeu-se à moagem do arroz e do grão-de-bico num moinho de cereais com crivos (Adagroinox, modelo M6L60) com um crivo de 1mm. Após a moagem as farinhas foram peneiradas. Na tabela 2 encontram-se descritas as matérias-primas utilizadas neste trabalho, assim como a caracterização nutricional e macronutrientes que caracterizam os vários componentes. Nomeadamente a composição em proteínas, hidratos de carbono, lípidos, fibras alimentares e índice glicémico.

Tabela 2 - Marca e lote da matéria-prima utilizada (Fonte: Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge (INSA<sup>1</sup>), texturas Ferran Adrià).

| Matéria-prima           | Marca/<br>referência        | Lote       | Valores nutricionais   |       |           |          |           |    |
|-------------------------|-----------------------------|------------|------------------------|-------|-----------|----------|-----------|----|
|                         |                             |            | VE<br>(Kcal/<br>100 g) | P (g) | HC<br>(g) | L<br>(g) | FA<br>(g) | IG |
| Farinha de arroz        | Arroz<br>Mastercheef        | 2010001587 | 363                    | 7,4   | 79,6      | 0,5      | 2,2       | 81 |
| Farinha de grão-de-bico | Grão-de-bico<br>Mastercheef | L-180/6    | 332                    | 19    | 51,4      | 5        | 13,5      | 36 |

<sup>1</sup> [www.insa.pt](http://www.insa.pt)

|                      |   |                |     |      |      |      |     |                 |
|----------------------|---|----------------|-----|------|------|------|-----|-----------------|
| Amido de milho       | Maiz-pur                                      | 0010587609     | 375 | 0,4  | 90,2 | 0,2  | 0,1 | 98              |
| Farinha de trigo     | Farinha de trigo<br>Continente<br>T55         | L380S09        | 347 | 7,8  | 74,3 | 1,1  | 2,9 | 99              |
| Água                 | -   | -              | 0   | 0    | 0    | 0    | 0   | 0               |
| Azeite               | Azeite extra<br>virgem<br>Mastercheef<br>0,7° | L10338K97      | 900 | 0,1  | -    | 99,9 | -   | -               |
| Sal                  | Sal marinho<br>Saluten                        | L5510034       | -   | -    | -    | -    | -   | -               |
| Goma Xantana         | Texturas<br>Ferran Adriá                      | 05/15L1762     | 57  | 5    | 80   | 0    | 80  | Ele<br>vad<br>o |
| Goma Guar            | Formulab                                      | L4397          | 20  | 1    | 5    | 0,1  | 86  | Bai<br>xo       |
| Mix Pane & pasta     | Schar   | 7348           | 357 | 1,2  | 86,3 | 0,8  | 4,5 | -               |
| Ovo<br>pasteurizado* | Derovo  | LEL0411        | 141 | 11,5 | 1,2  | 9    | -   | -               |
| Pão ralado*          | Schar   | 20.09.11 B     | 423 | 8,3  | 62,6 | 14   | 6,8 | -               |
| Óleo girassol*       | Mastercheef                                   | 11jg177a07h18a | 900 | 0    | 0    | 100  | 0   | -               |

Legenda

VE – Valor Energético  
P – Proteínas  
HC – Hidratos de Carbono  
L – Lípidos  
FA – Fibras Alimentares  
IG – Índice Glicémico

Nota - \* estes componentes foram utilizados apenas no processo produtivo do rissol para prova de análise sensorial.

### 3.1.1. Função da matéria-prima na massa

Para a obtenção da massa de rissol utilizaram-se diversas matérias-primas, cuja função tecnológica se encontra descrita na Tabela 3. Através da observação desta tabela verifica-se que cada componente tem uma função específica na massa alimentícia.

Tabela 3 – Função de cada um dos componentes na massa alimentícia.

| Componentes da massa alimentícia | Função  |
|----------------------------------|---|
| Farinha de arroz                 | Componente estrutural da massa  |
| Farinha de grão-de-bico          | Componente estrutural da massa  |
| Amido de milho                   | Componente estrutural da massa  |
| Farinha de trigo                 | Componente estrutural da massa  |
| Água                             | Hidrata as proteínas da farinha<br>Gelatiniza o amido (Pavanelli,2000)  |
| Azeite                           | Melhora a textura da massa fazendo com que fique mais macia (Pavanelli,2000)  |
| Sal                              | Aromatiza o produto<br>Contribui para um aumento da resistência das massas (Pavanelli,2000)   |
| Goma xantana                     | Como emulsionante, actua sobre a amilose e amilopectina, auxiliando na retenção de gás, o que conduz a um aumento de volume da massa<br>Confere elasticidade à massa (Preichardt <i>et al.</i> , 2009; Lazaridou <i>et al.</i> , 2007; Pavanelli,2000)  |
| Goma Guar                        | Como emulsionante, actua sobre a amilose e amilopectina, auxiliando na retenção de gás, o que conduz a um aumento de volume da massa<br>Confere elasticidade à massa<br>Auxilia na retenção da água (Preichardt <i>et al.</i> , 2009; Ribotta <i>et al.</i> , 2003; Kohajdová e Karovicová, 2008) |

### 3.2. Processo produtivo da massa de rissol

Para a produção da massa de rissol, procedeu-se de acordo com o fluxograma esquematizado na Figura 9.

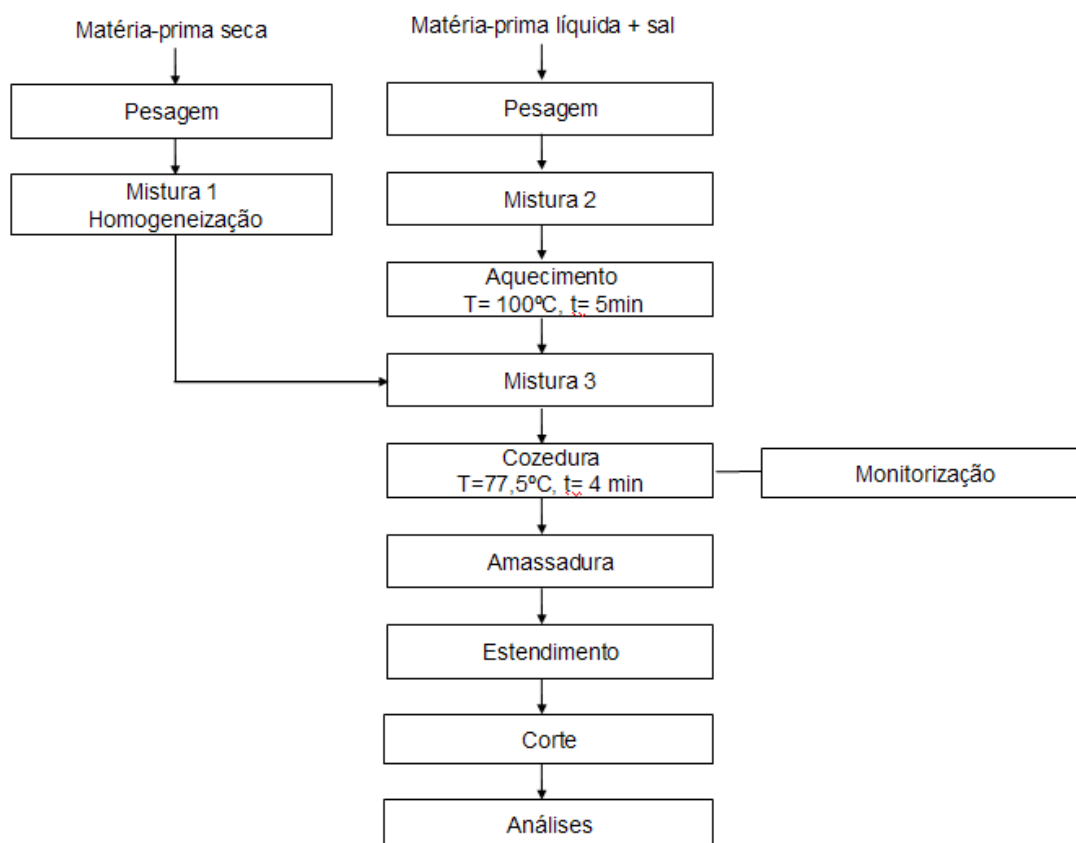


Figura 9 – Fluxograma do processo produtivo da massa de rissol.

Para a produção da massa de rissol fez-se a pesagem dos constituintes secos, ou seja, dos constituintes das formulações e homogeneizaram-se os mesmos (mistura 1). Separadamente, pesaram-se os outros constituintes, misturaram-se (mistura 2) e aqueceram-se durante 5 minutos a 100°C. Adicionaram-se os constituintes secos (mistura 3) e esta massa cozeu até 77,5°C durante 4 minutos (Figura 10). Retirou-se a massa do tratamento térmico, amassou-se e estendeu-se até a massa atingir uma espessura de 3,7 mm. De seguida, a massa foi cortada em porções de acordo com as análises a efectuar.

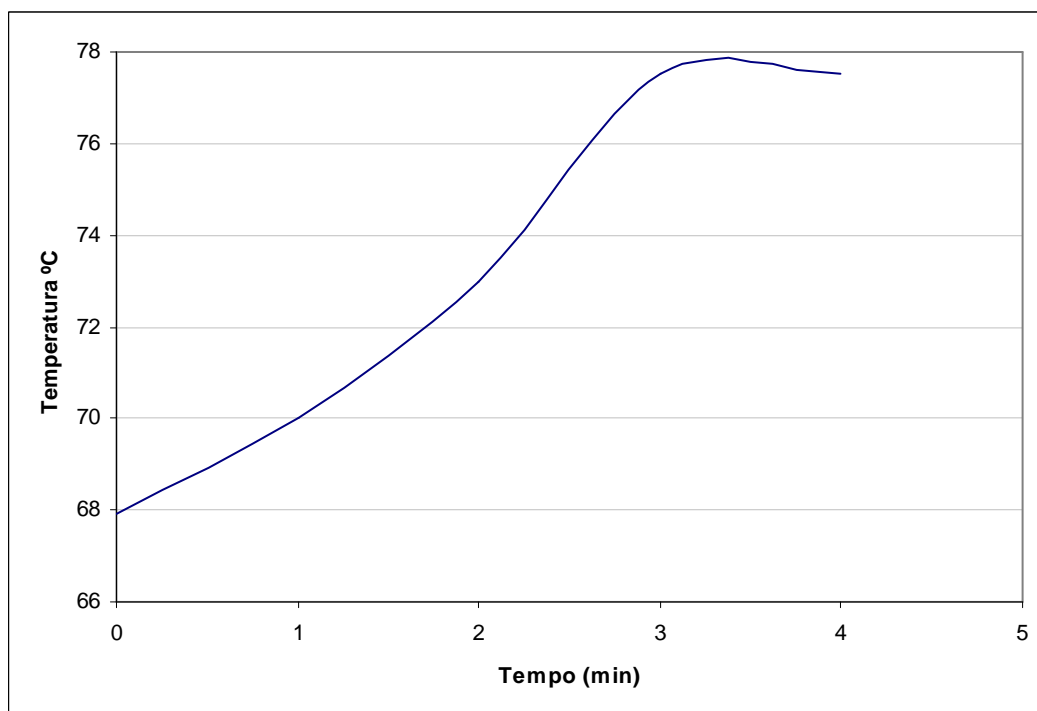


Figura 10 – Variação de Temperatura de cozedura da massa ao longo do tempo.

### 3.3. Processo produtivo do rissol

Para o processo produtivo do rissol, procedeu-se de acordo com o fluxograma da Figura 11. Refira-se que só se utilizou o rissol na prova de análise sensorial, subcapítulo 3.6.5.

Para a produção da massa de rissol procedeu-se de acordo com o fluxograma da Figura 9 para a obtenção da massa. De seguida, estendeu-se a massa, fez-se o doseamento do recheio, moldou-se e cortou-se o rissol. Panou-se o rissol ao passar por ovo batido e pão ralado. Finalmente congelou-se o rissol num abatedor de temperatura (marca: Icematic, modelo: T5/20: A''g''+UV+S). Foram embalados e armazenados numa câmara de conservação de congelados a uma temperatura de -18°C. Aguardando a sua utilização, os rissóis foram retirados da câmara de conservação de congelados e de imediato sujeitos ao processo de fritura durante 4 minutos a 180 °C.

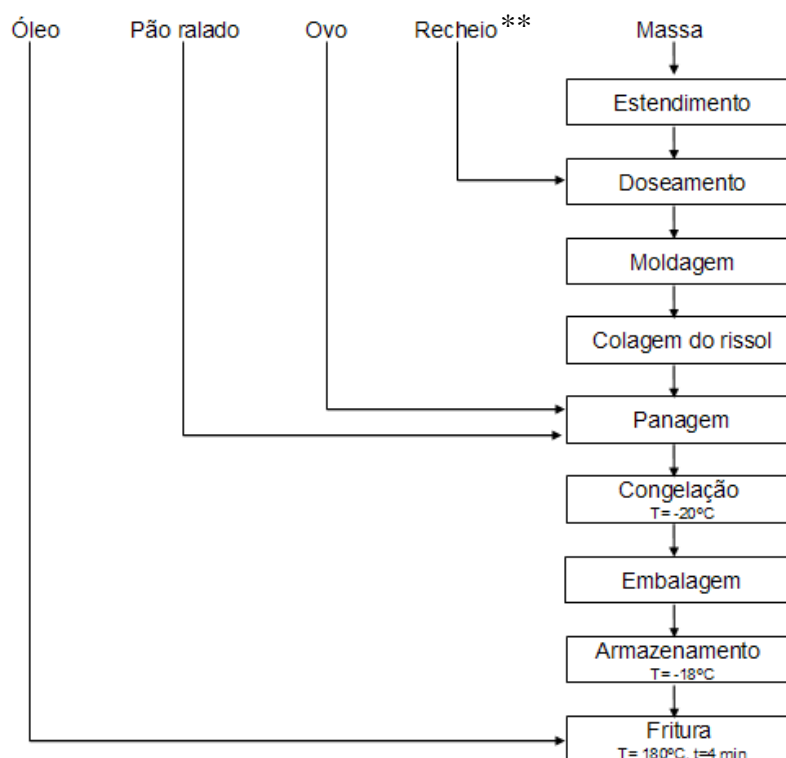


Figura 11 – Fluxograma do processo produtivo do rissole.

\*\* O recheio à base de carne, foi comum aos dois rissois.

### 3.4. Ensaios preliminares

Numa primeira fase deste trabalho foram realizados ensaios designados de “ensaios preliminares” para fazer um estudo prévio do comportamento de várias farinhas “gluten-free” para posteriormente as seleccionar para este estudo. Assim, utilizaram-se as seguintes farinhas: farinha de arroz, farinha de grão-de-bico em diferentes concentrações e amido de milho (com a mesma concentração). Pretendeu-se ainda comparar estas últimas com misturas de farinhas pré-preparadas que existem disponíveis no Mercado Internacional. Estas misturas, “Mix’s”, são constituídas por diferentes farinhas com composição igualmente diferentes e ainda por amido de milho e gomas (Tabela 4). No entanto, estes “Mix’s”, são bastante dispendiosos e nem sempre resultam num produto final com as características organolépticas expectáveis. De referir que não existe nenhum “Mix” indicado para a elaboração da massa de

rissol, o que foi utilizado é indicado para a produção de pão e massa alimentícia fresca.

Tabela 4 – Constituição do “Mix” utilizado.

| Mix                    | Constituintes  |
|------------------------|--|
| Mix Pane & Pasta Schar | Amido de milho, farinha de milho, farinha de grãos de guar, dextrose |

Desta forma, nos ensaios preliminares realizados utilizaram-se as formulações descritas na Tabela 5. Com estas formulações procedeu-se à elaboração da massa de rissol de acordo com o fluxograma da Figura 9. Posteriormente procedeu-se de acordo com o fluxograma da Figura 11, mas os rissóis não foram fritos.

Tabela 5 – Resumo dos ensaios preliminares

| Ensaio              | Formulação  |
|---------------------|---|
| Ensaio preliminar 1 | Mix Pane & Pasta Schar (40,2%)<br>Água (57,8%)<br>Azeite (1,6%)<br>Sal (0,4%)   |
| Ensaio preliminar 2 | Farinha de grão-de-bico (39,1%)<br>Goma Xantana (1,1%)<br>Água (57,8%)<br>Azeite (1,6%)<br>Sal (0,4%)   |
| Ensaio preliminar 3 | Farinha de arroz (19,5%)<br>Farinha de grão (9,8%)<br>Amido de milho (9,8%)<br>Goma xantana (1,1%)<br>Água (57,8%)<br>Azeite (1,6%)<br>Sal (0,4%) |

No ensaio 1, realizado com o “Mix”, verificou-se que a massa obtida era bastante difícil de estender e bastante quebradiça. A Figura 12 evidencia os resultados obtidos com esta mistura.



Figura 12 – Rissóis obtidos com o “Mix” pane e pasta Schar.

No ensaio 2, realizado com farinha de grão e goma xantana, verificou-se que esta era de fácil espalhamento e de fácil união das massas, aquando da “colagem”. As características organolépticas revelaram-se como aspectos negativos devido ao intenso sabor a grão-de-bico. A figura 13 evidencia os resultados obtidos com esta mistura.



Figura 13 – Rissóis obtidos com a formulação à base de farinha de grão e goma xantana

No ensaio 3, que utilizou uma formulação à base de farinha de arroz, farinha de grão, amido de milho e goma xantana, resultou uma massa com bom espalhamento e com uma boa união entre si. A Figura 14 evidencia os resultados obtidos com esta mistura.





Figura 14 – Rissóis obtidos com farinha de arroz, farinha de grão, amido de milho e goma xantana.

Após a realização dos ensaios preliminares optou-se por não utilizar o “Mix” Schar como ensaio de controlo. Tal como verificado nas figuras anteriores, as características físicas e de textura das massas não conferiram resultados que possibilitem comparações fiáveis. Desta forma, optou-se por recorrer à formulação convencional, com farinha de trigo, como ensaio de controlo comparativo neste estudo.

### 3.5. Ensaios com diferentes formulações

Após a realização dos ensaios preliminares nos quais se seleccionou a mistura amilácea e a respectiva composição: farinha de arroz, farinha de grão-de-bico, amido de milho, prosseguiu-se para o melhoramento desta massa através de adição de gomas: xantana, guar e mistura xantana/guar. Desta forma realizaram-se os ensaios descritos na Tabela 6. Foram realizados vários ensaios com diferentes tipos de massas, nomeadamente: massa sem glúten, com goma xantana (FX), massa sem glúten, com goma guar (FG), massa sem glúten, com mistura de xantana/guar (XG), massa sem glúten e sem gomas (SG) e massa com glúten feita com farinha de trigo (FT).

Na Tabela 6, descrevem-se as proporções dos constituintes utilizados ao longo dos ensaios, na Tabela 7 descreve-se a composição das massas confeccionadas.

Tabela 6 – Constituintes utilizados nos ensaios experimentais.

| Códigos | Ensaio               | % (p/p)          |                         |                |              |           |
|---------|----------------------|------------------|-------------------------|----------------|--------------|-----------|
|         |                      | Farinha de Arroz | Farinha de Grão-de-bico | Amido de Milho | Goma Xantana | Goma Guar |
| FX      | Xantana              | 48,64            | 24,32                   | 24,32          | 2,72         | -         |
| FG      | Guar                 | 48,64            | 24,32                   | 24,32          | -            | 2,72      |
| XG      | Mistura xantana/guar | 48,64            | 24,32                   | 24,32          | 1,36         | 1,36      |
| SG      | Sem Gomas            | 50,00            | 25,00                   | 25,00          | -            | -         |
| FT      | Farinha de Trigo     | 100,00           | -                       | -              | -            | -         |

Tal como mostra a Tabela 6, em todos os ensaios sem glúten a percentagem de farinha de arroz, farinha de grão-de-bico e amido de milho foi a mesma, variando apenas a percentagem de gomas, xantana (FX), guar (FG) e mistura xantana/guar (XG).

Para a elaboração da massa procedeu-se de acordo com o fluxograma produtivo da massa de rissol (Figura 9). A composição da fase líquida do processo encontra-se descrita na Tabela 7 e foi a mesma em todos os ensaios. A composição da formulação na massa final foi de 40,2%, significando que a composição das gomas em cada ensaio foi: 1% de goma xantana (FX), 1% de goma guar (FG) e 0,5% de goma xantana e 0,5% de goma guar (XG).

Tabela 7 – Composição das massas confeccionadas.

| Composição das Massas | % (p/p) |
|-----------------------|---------|
| Formulação            | 40,2    |
| Água                  | 57,8    |
| Azeite                | 1,6     |
| Sal                   | 0,4     |

### **3.6. Métodos analíticos**

Neste subcapítulo encontram-se descritos os métodos analíticos realizados a todos os ensaios. De referir que as análises foram efectuadas à massa de rissol após estendimento, à temperatura de 22°C.

#### **3.6.1.Determinação do pH**

##### **3.6.1.1.Preparação das massas para determinação do pH**

Após confecção, as massas foram estendidas e cortadas em cubos de 2cm e deixadas arrefecer à temperatura ambiente ( $T = 22^{\circ}\text{C}$ ).

##### **3.6.1.2.Determinação do pH**

Para realização da determinação do pH utilizou-se o medidor de pH com um eléctrodo de pH de sólidos, HANNA HI 99163. Previamente à análise, o eléctrodo foi calibrado com as soluções padrão pH 4 e pH 7 respectivamente.

Na determinação do pH o eléctrodo foi inserido no centro da amostra da massa e procedeu-se à medição. Para cada tipo de ensaio fizeram-se cinco determinações. Os registos dos valores de pH obtidos, assim como a respectiva temperatura encontram-se no Apêndice IA.

#### **3.6.2.Determinação do teor de humidade**

##### **3.6.2.1.Preparação das massas para determinação do teor de humidade**

Após confecção, a massa foi estendida, cortada em porções de  $8 \times 9 \times 0,37\text{cm}$  e deixada arrefecer à temperatura ambiente ( $T = 22^{\circ}\text{C}$ ).

### **3.6.2.2.Determinação do teor de humidade**

Na determinação do teor de humidade recorreu-se ao método gravimétrico (NP 2966: 1993). Para tal utilizaram-se caixas de alumínio, as quais foram, codificadas e pesadas na balança analítica (Sartorius, BP 221S). As amostras foram colocadas nas respectivas caixas e voltaram-se a pesar. Posteriormente, as amostras foram introduzidas na estufa (EHRET, BK 4266) a 105°C durante 48 horas. Após este período de tempo as amostras foram retiradas da estufa e colocadas num excicador durante 24 horas. Findo este tempo pesaram-se as amostras e os pesos foram registados. Para cada ensaio fizeram-se 3 repetições.

No Apêndice IB encontra-se descrita a metodologia de cálculo, assim como as observações experimentais para a determinação do teor de humidade.

### **3.6.3.Determinação da cor**

#### **3.6.3.1.Descrição do método**

Os instrumentos para medida de cor foram criados para fornecer dados numéricos, mais objectivos, com a finalidade de comutar a percepção de um observador (subjectiva ao mesmo). Desta forma, a especificação de cor de um dado objecto é obtida por valores tristímulos que não pode ser reproduzível devido fundamentalmente a duas causas: ao observador e à fonte de luz utilizada. Assim, especificaram-se os factores passíveis de afectar a cor de um objecto (iluminante, objecto e observador). As fontes luminosas ou iluminantes utilizadas por estes aparelhos são comumente conhecidas como: Iluminante C ou D65 é utilizado para substituir a luz do dia; Iluminante A, utilizado para substituir a luz incandescente e Iluminante F2 para substituir a luz fluorescente (Minolta, 1994).

Em 1976, a International Commission on Illumination (CIE), desenvolveu um método novo para definição cromática – sistema de cores  $L^*a^*b^*$  ou  $CIEL^*a^*b^*$ . Este método reduziu largamente um dos problemas apresentados pelo diagrama original Yxy onde distâncias semelhantes no diagrama de cromaticidade x e y, não

correspondem a diferenças iguais de percepção de cor. O espaço de cor CIE  $L^*a^*b^*$  é um sistema cartesiano definido por três coordenadas de cor.

Sendo vários os sistemas de medição de cor, o modelo de Hunter é o que melhor representa a percepção do olho humano (Almeida, 2004).

No modelo de cor CIE  $L^*a^*b^*$ , a luminosidade varia de 0 a 100, onde 0 representa a cor preta e 100 a cor branca (Almeida, 2004).

No que respeita à cromaticidade, os valores de  $a^*$  (que percebem as cores de verde a vermelho) e os valores de  $b^*$  (que percebem as cores de azul a amarelo) variam de -120 a +120.

Na Figura 15 é possível observar o mapeamento CIE  $L^*a^*b^*$

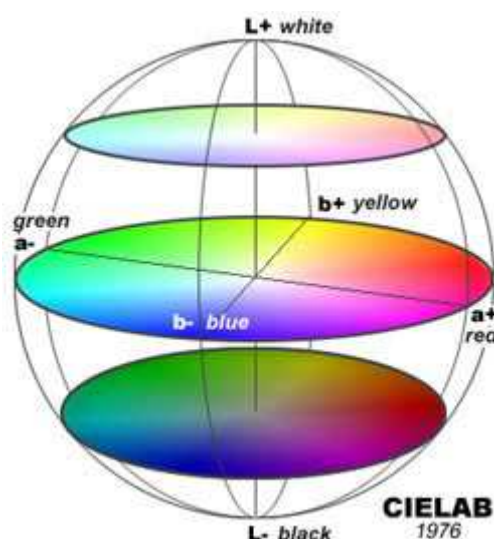


Figura 15 – Mapeamento CIE  $L^*a^*b^*$  (Fonte: Almeida, 2004)

### 3.6.3.2. Preparação das massas para determinação da cor

Após confecção, a massa foi estendida, cortada em porções de 8cm x 9cm x 0,37cm e deixada arrefecer à temperatura ambiente ( $T = 22^{\circ}\text{C}$ ).

### **3.6.3.3. Determinação da cor com colorímetro minolta**

Para a determinação da cor utilizou-se um colorímetro Minolta CR-300 (Figura 16) e o sistema utilizado foi o CIEL\*a\*b\*.



Figura 16 – Colorímetro Minolta CR-300.

Relativamente à determinação da cor nas amostras procedeu-se à calibração do colorímetro. Assim, o medidor foi posicionado no centro da placa de calibração, procedendo-se à calibração. Para a verificação da correcta calibração do equipamento, confirmam-se os valores obtidos no mostrador:  $L^*$  97.06;  $a^*$  +5.28;  $b^*$  -3.49, de acordo com o pretendido.

Posteriormente procedeu-se à determinação de cor das amostras, posicionando-se o medidor no centro das mesmas e registando os valores ( $L^*a^*b^*$ ) obtidos (Apêndice IC). Para cada tipo de ensaio fizeram-se oito determinações.

### **3.6.3.4. Conversão dos parâmetros $L^*a^*b^*$ no programa “color metric converter”**

O programa “Color Metric Converter” (disponível no site: [www.colorpro.com/info/tools/convert.htm#TOP](http://www.colorpro.com/info/tools/convert.htm#TOP)) conversor colorimétrico, permite efectuar, através dos valores registados dos parâmetros  $L^*a^*b^*$ , a conversão em cor.

Para a conversão visual da cor, utilizaram-se os dados registados pelo colorímetro (apêndice IC), os quais foram inseridos nas caixas de introdução adequadas como mostra a Figura 17. A título exemplificativo, esta Figura mostra o painel do conversor.

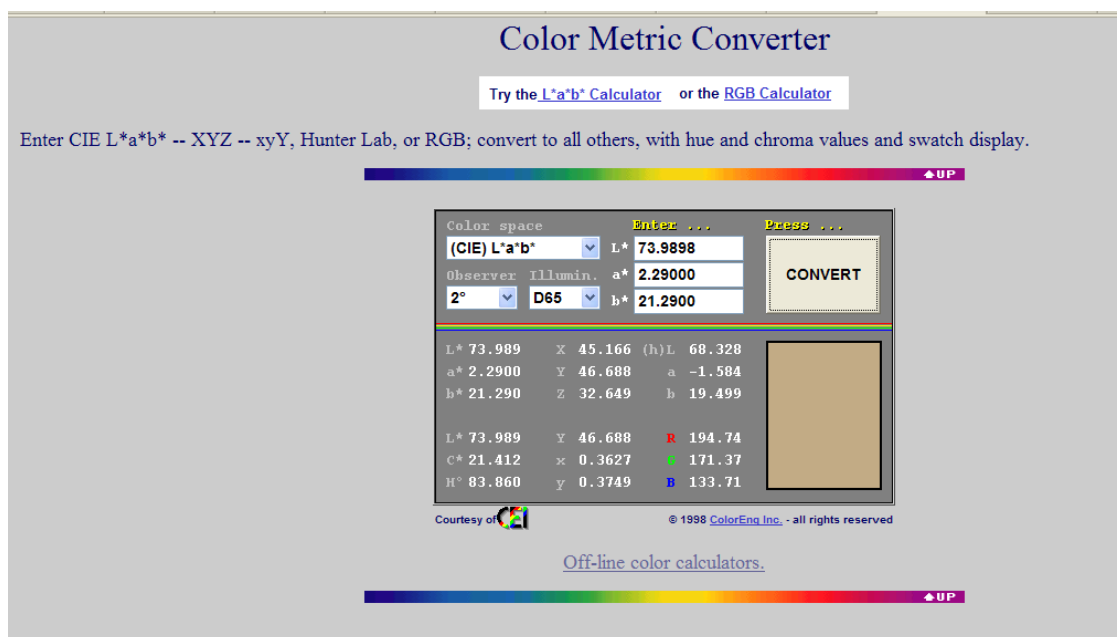


Figura 17 - Conversor colorimétrico com os dados obtidos no ensaio FX

### 3.6.4. Textura

#### 3.6.4.1. Descrição do método

Nos alimentos em geral, a textura é um dos atributos mais importantes entre aqueles que afetam a preferência e a aceitação por parte dos consumidores. Para cada alimento, existe uma série de factores básicos de qualidade e uma série de características de textura que são apreciados pela maior parte dos consumidores (Rodrigues, 1999). Cientificamente, a textura é um conceito puramente sensorial, cuja percepção pode-se distinguir entre características: mecânicas, geométricas, de composição química, acústicas, visuais e térmicas (Fiszman, 1998). Desta forma, considera-se que a textura é, na realidade, um conjunto de propriedades. No entanto, pode-se afirmar que o estímulo na percepção da textura é principalmente mecânico e, consequentemente, quase todos os métodos instrumentais de avaliação de textura são ensaios mecânicos. Os ensaios mecânicos medem as relações entre pressão e deformação dos materiais e através deles, por ensaios instrumentais, determinam-se parâmetros como a dureza e a coesividade, por exemplo. Os texturómetros universais permitem a obtenção de dados de resistência à compressão, ao cisalhamento, extrusão, corte, entre outros, com rapidez e precisão, registrando a resposta do material durante o

processo de medição, através de curvas de onde se podem extrair uma série de dados (Rodrigues, 1999).

Para cada ensaio realizaram-se sete determinações.



Figura 18 – Texturómetro TA-XT 2i, utilizado nos ensaios de textura.

Foram realizados dois tipos de testes: teste uniaxial de penetração e análise do perfil de textura (TPA). Para a realização destes testes utilizou-se um texturómetro, modelo TA – XT 2i da Syable Micro System (Figura 18).

### **3.6.4.2. Preparação das massas para determinação da textura**

Após confecção, as massas foram estendidas e deixadas arrefecer à temperatura ambiente ( $T = 22^{\circ}\text{C}$ ). No caso do teste uniaxial de penetração cortaram-se cubos de 2,5 cm. Para o teste TPA, cortaram-se porções rectangulares de 8 cm por 9 cm com 3,7 mm de espessura.

### **3.6.4.3. Teste uniaxial de penetração**

Para a realização dos testes uniaxiais de penetração foi utilizada uma sonda cilíndrica de aço inoxidável P/2. A velocidade do teste foi de 1 mm/s. Este teste permitiu a determinação da dureza da massa (força máxima).



Na Figura 19 pode verificar-se o exemplo de um texturograma, que é o gráfico que se obtém após a realização do teste através do programa de Software Texture Expert 1.22.

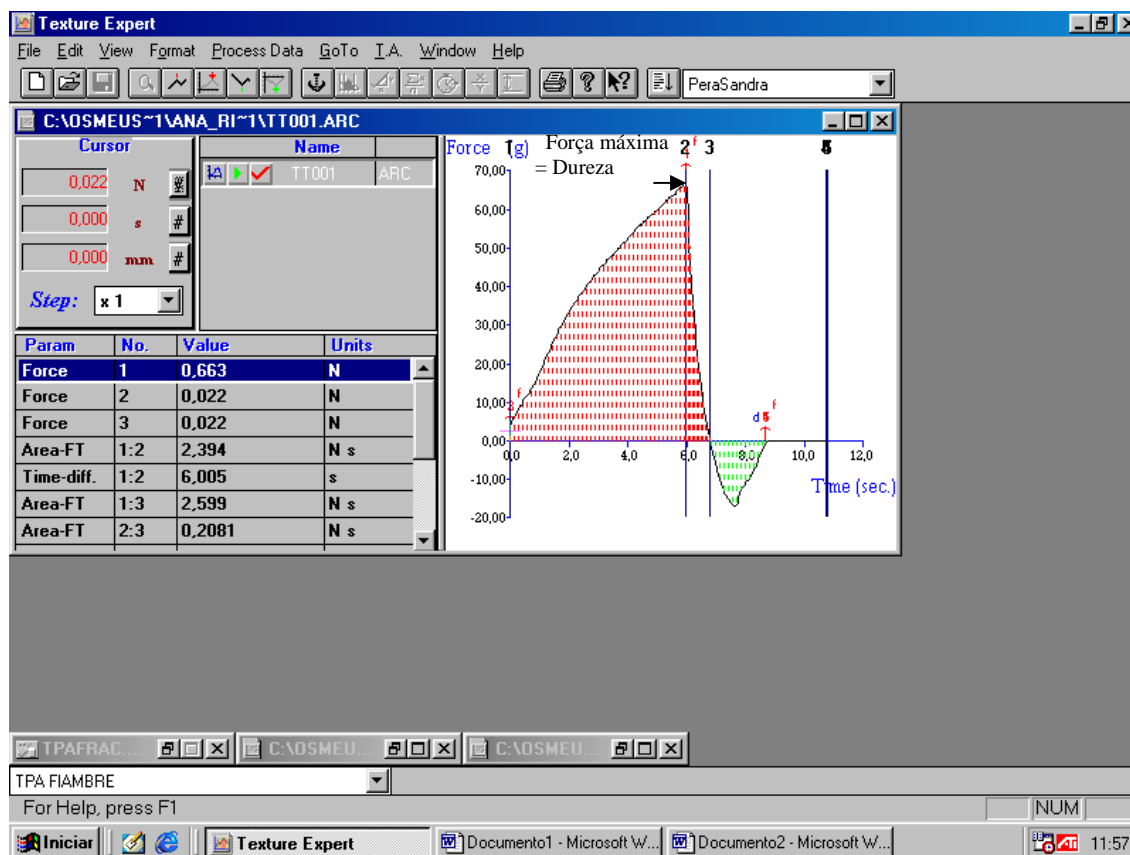


Figura 19 – Gráfico característico de um ensaio uniaxial de penetração, texturograma, o qual corresponde ao ensaio FT.

#### 3.6.4.4. Análise do perfil de textura (TPA)

Para a realização dos testes TPA foi utilizada uma sonda esférica de vidro P/0 0,75 (Figura 18). As condições de tempo, distância, velocidade de pré-teste, teste e pós-teste foram de 6s, 20 mm, 5 mm/s, 1 mm/s e 2 mm/s respectivamente. Este teste permitiu a determinação da elasticidade, firmeza, adesividade, coesividade, gomosidade e masticabilidade da massa.

A Figura 20 mostra um exemplo gráfico de uma curva típica deste tipo de ensaio, para a matriz em questão.

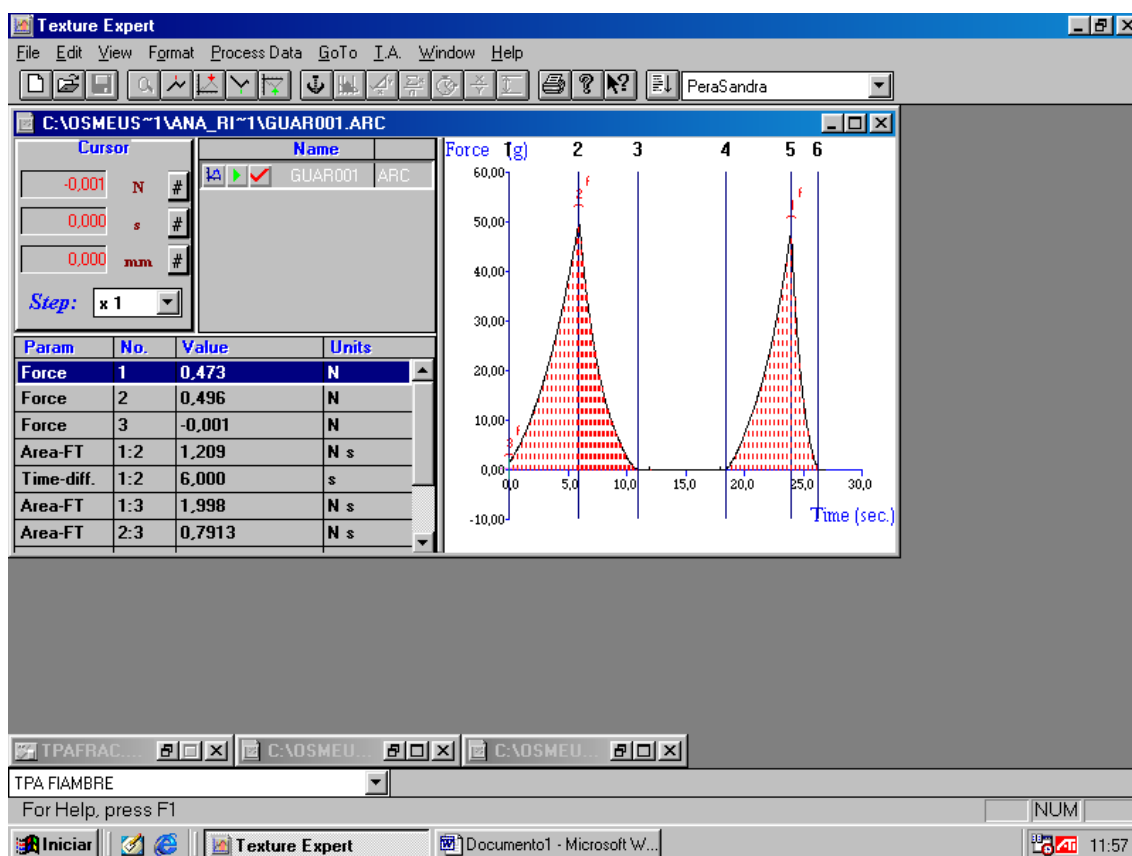


Figura 20 – Gráfico característico de um ensaio TPA, texturograma, o qual corresponde ao ensaio FT.

### 3.6.4.5. Análise dos gráficos obtidos

Após o procedimento experimental, os dados adquiridos pelo software (“Texture expert for Windows 1.22”) foram guardados e transferidos para formato excell.

### 3.6.4.6. Determinação da dureza

A dureza é calculada a partir da força máxima, que se encontra representada no gráfico da Figura 19 como “Força máxima”, esta força é expressa em Newtons. A força máxima é equivalente à dureza do alimento em análise. No apêndice ID, encontram-se descritos os dados obtidos nestas determinações.

#### **3.6.4.7. Determinação da firmeza da massa**

A firmeza da massa é a força representada por 2 no gráfico TPA (Figura 20). Esta força é expressa em Newtons. No Apêndice ID encontram-se descritos os dados obtidos nestas determinações.

#### **3.6.4.8. Determinação da elasticidade da massa**

A elasticidade da massa é calculada a partir da razão entre distância 4:5 e a distância 1:2 que se encontra representada no gráfico da Figura 20. A elasticidade é uma grandeza adimensional. No apêndice ID, encontram-se descritos os dados obtidos nestas determinações.

#### **3.6.4.9. Determinação da adesividade da massa**

A adesividade da massa é a área 3:4, representada no gráfico TPA (Figura 20). Este resultado é expresso em Newtons/segundo. No apêndice ID, encontram-se descritos os dados obtidos nestas determinações.

#### **3.6.4.10. Determinação da coesividade da massa**

A coesividade da massa é a razão entre a área 1:3 e a área 4:6 no gráfico TPA (Figura 20). Esta força é adimensional. No apêndice ID, encontram-se descritos os dados obtidos nestas determinações.

#### **3.6.4.11. Determinação da gomosidade da massa**

A gomosidade da massa é o produto da dureza e coesividade da massa. A gomosidade é expressa em Newtons. No apêndice ID, encontram-se descritos os dados obtidos nestas determinações.

#### **3.6.4.12. Determinação da masticabilidade da massa**

A masticabilidade da massa é o produto entre a gomosidade e a elasticidade. A masticabilidade é expressa em Newtons. No apêndice ID, encontram-se descritos os dados obtidos nestas determinações.

### **3.6.5. Análise sensorial**

É através da análise sensorial que se pode estabelecer uma interacção com os consumidores e conhecer as suas percepções sensoriais. Quando surge um produto novo, é imprescindível avaliar a sua aceitabilidade. A utilização de escalas afectivas como a escala hedónica, permite mensurar as preferências dos consumidores e desta forma avaliar a aceitabilidade dos produtos (Santos *et al.*, 2009).

Após a análise dos resultados obtidos nos vários ensaios, seleccionou-se o ensaio com a formulação guar (FG) e o ensaio com a formulação trigo (FT) para a realização da prova de análise sensorial.

#### **3.6.5.1. Preparação dos Rissóis para análise sensorial**

Os rissóis elaborados com as formulações FG e FT foram confeccionados de acordo com o fluxograma da Figura 11.

#### **3.6.5.2. Caracterização dos provadores**

Os provadores foram escolhidos de forma aleatória na cantina da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Viana do Castelo (ESTG). Estes provadores avaliaram as amostras, registando a sua idade e sexo, bem como a sua opinião (Apêndice III).

### **3.6.5.3. Teste ao consumidor**

Os testes ao consumidor foram realizados na cantina da ESTG. Foram avaliadas duas amostras (formulação guar e a de formulação trigo) por 60 provadores não treinados. Após fritura, as amostras foram empratadas individualmente, com a respectiva codificação (amostra 423 – rissóis sem glúten, e 642 – rissóis com glúten) e foram servidas aos provadores de forma sequencial (amostra 423 seguida da amostra 642 aos cinco primeiros provadores; alternando-se e depois a numerologia das amostras entre cada cinco provadores).

A análise sensorial foi baseada num teste ao consumidor utilizando uma escala hedónica estruturada com nove pontos: extremamente agradável, muito agradável, moderadamente agradável, ligeiramente agradável, nem agradável nem desagradável, ligeiramente desagradável, moderadamente desagradável, muito desagradável e extremamente desagradável (Apêndice II).

## **3.7. Análise estatística**

Os resultados obtidos foram submetidos a uma análise de variância de factor único (ANOVA). Foi realizada ainda uma análise de componentes principais (ACP). Na ACP procurou-se obter os conjuntos de variáveis que se correlacionassem entre si, procurando resumir grande parte da informação presente nos dados, utilizando-se para o efeito o programa de estatística “Statistic for Windows 7.0” (StatSoft Inc., 2004).



## **4. Discussão dos Resultados**





A realização deste trabalho, teve como objectivo a obtenção de uma formulação que permita a elaboração de massa de rissol sem glúten com características organolépticas idênticas à massa de rissol com glúten (farinha de trigo). Simultaneamente estudou-se o efeito da adição das gomas à formulação base. Para tal, realizaram-se vários ensaios nos quais se manteve uma formulação de base (farinha de arroz, farinha de grão-de-bico, amido de milho, água, azeite e sal) e variaram-se as gomas (xantana e guar). Para ensaio de referência, utilizou-se uma formulação com farinha de trigo e sem gomas.

Este capítulo encontra-se dividido em várias partes, nas quais se efectua uma análise aos diferentes resultados obtidos após execução do procedimento experimental.

#### **4.1. O pH das massas**

Os valores de pH das diferentes formulações foram lidos e registados (apêndice IA). A Figura 21 mostra os valores de pH obtidos para os diferentes ensaios e verifica-se que os valores de pH variam, ainda que ligeiramente entre os vários ensaios realizados ( $p < 0,05$ ). Esta diferença é mais acentuada entre o ensaio com farinha de trigo que apresentou menor valor de pH, 5,69, e os ensaios com farinha sem glúten. A formulação com goma xantana apresenta um valor de pH mais elevado relativamente aos restantes.

Estes ensaios permitem concluir que a presença de gomas aumenta o valor de pH das massas. Vários autores referem o efeito do pH na viscosidade das gomas, de uma forma geral para valores de pH entre 2 e 11, soluções com goma xantana mantêm a sua estrutura e elevada viscosidade. Acrescenta-se que quando se comparam estes resultados com os obtidos no ensaio com glúten, para além da diferença da presença das gomas existe ainda a diferença entre o tipo de farinha utilizada neste último ensaio que é a farinha de trigo. Esta apresenta uma composição de macroconstituintes relativamente diferente da farinha de arroz e de grão-de-bico (Tabela 2). Segundo Gracza (1965), a qualidade das farinhas, especialmente de farinha de trigo, está intimamente ligado à composição lipídica e é extremamente complexa, ocorrendo um aumento da acidez das farinhas e redução do pH.

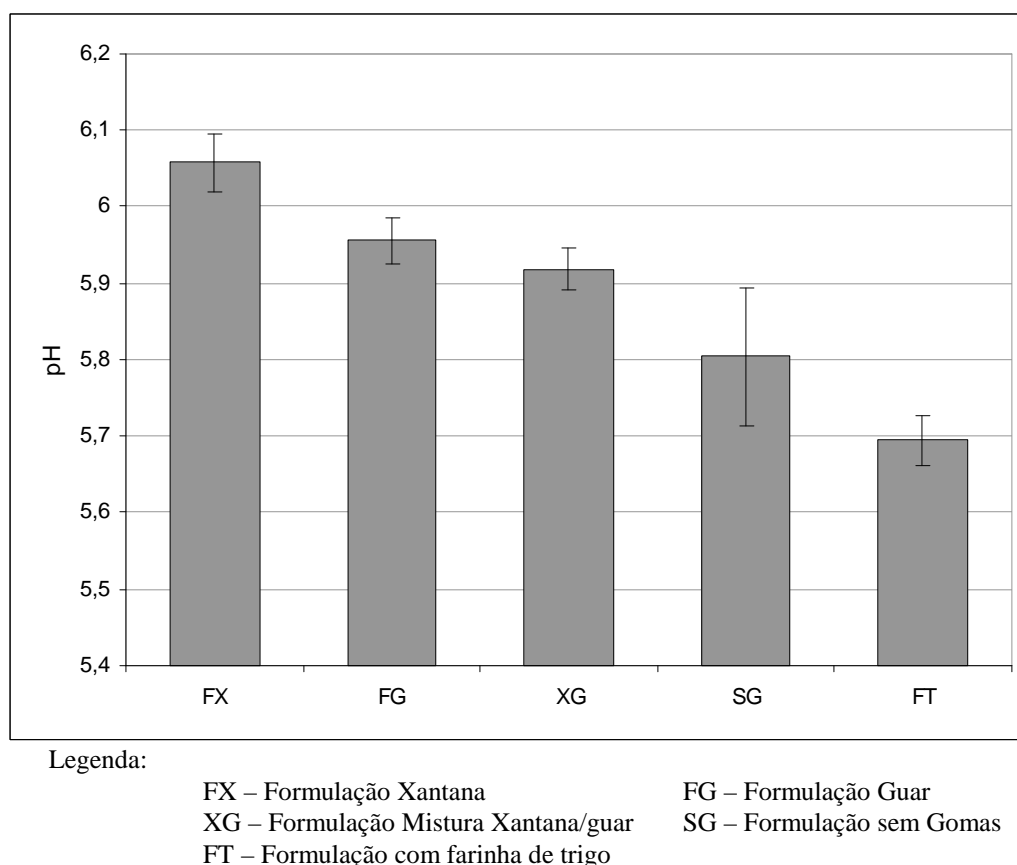


Figura 21 – Valores de pH para os diferentes ensaios realizados. Média dos valores  $\pm$  desvio padrão de cinco repetições.

## 4.2. O teor de humidade das massas

A percentagem de humidade foi calculada com base nos dados registados durante o procedimento experimental (apêndice IB). A Figura 22 mostra o teor de humidade obtido nos diferentes ensaios realizados. Estes resultados permitem afirmar que os ensaios realizados com goma guar (FG), sem gomas (SG) e com farinha de trigo (FT) apresentam sensivelmente o mesmo valor, 54,15%. O que quer dizer que apesar da diferente composição dos componentes secos (farinhas) das massas, a quantidade de água na massa é sensivelmente a mesma. Ao contrário, o ensaio com goma xantana e com mistura desta com guar apresentam valores de teor de humidade inferiores, em relação aos últimos ensaios referidos ( $p < 0,05$ ), cerca de 50,98% e 51,8% respectivamente. Estes resultados são indicativos que a goma xantana retém

menos a água relativamente à goma guar. Concluindo-se também que a goma xantana faz com que a massa fique mais desidratada (seca).

Estes resultados vão ao encontro com os resultados obtidos por Ribotta *et al.* (2004) e Kohajdová e Karovicová (2009) em experiências com produtos de panificação, nos quais concluem que a goma guar retém a água, devido ao seu carácter hidrofílico. Esta característica da goma guar faz também com que a sua presença melhore as propriedades de paladar e estabilidade ao longo do tempo de vida do produto de panificação (Ribotta *et al.*, 2004).

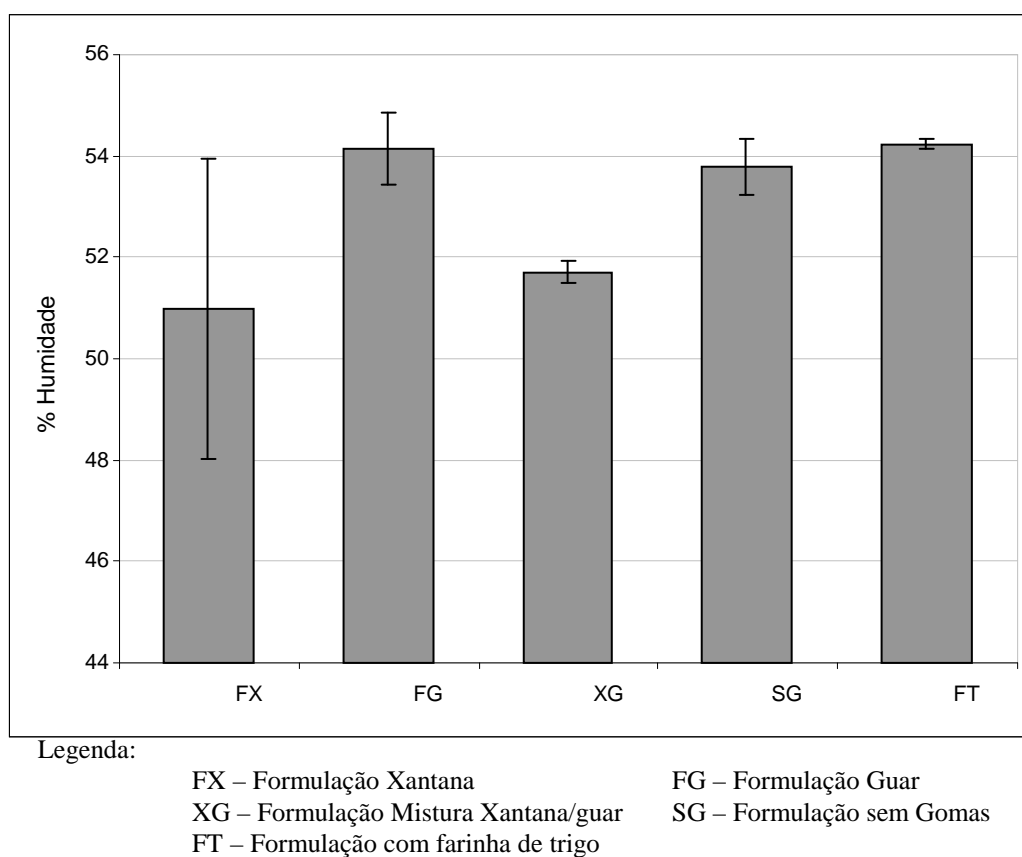


Figura 22 – Teor de humidade da massa dos ensaios realizados. Estes valores correspondem à média  $\pm$  desvio padrão de 3 repetições.

### 4.3. A cor das massas

A cor das massas pode ser avaliada pela sua luminosidade. A determinação da cor através da luminosidade é baseada na medida de luz reflectida pela massa, indicando

uma tendência ao branqueamento ou ao escurecimento, dependendo da quantidade de luz reflectida ou absorvida.

De entre os factores envolvidos na mudança de cor estão os pigmentos, teor de proteínas, teor de minerais (cinzas), etc.

Na figura 23, encontram-se os valores referentes à cor das massas dos vários ensaios estudados, através dos parâmetros  $L^*a^*b^*$  determinados por leitura directa em colorímetro pelo sistema CIELab.

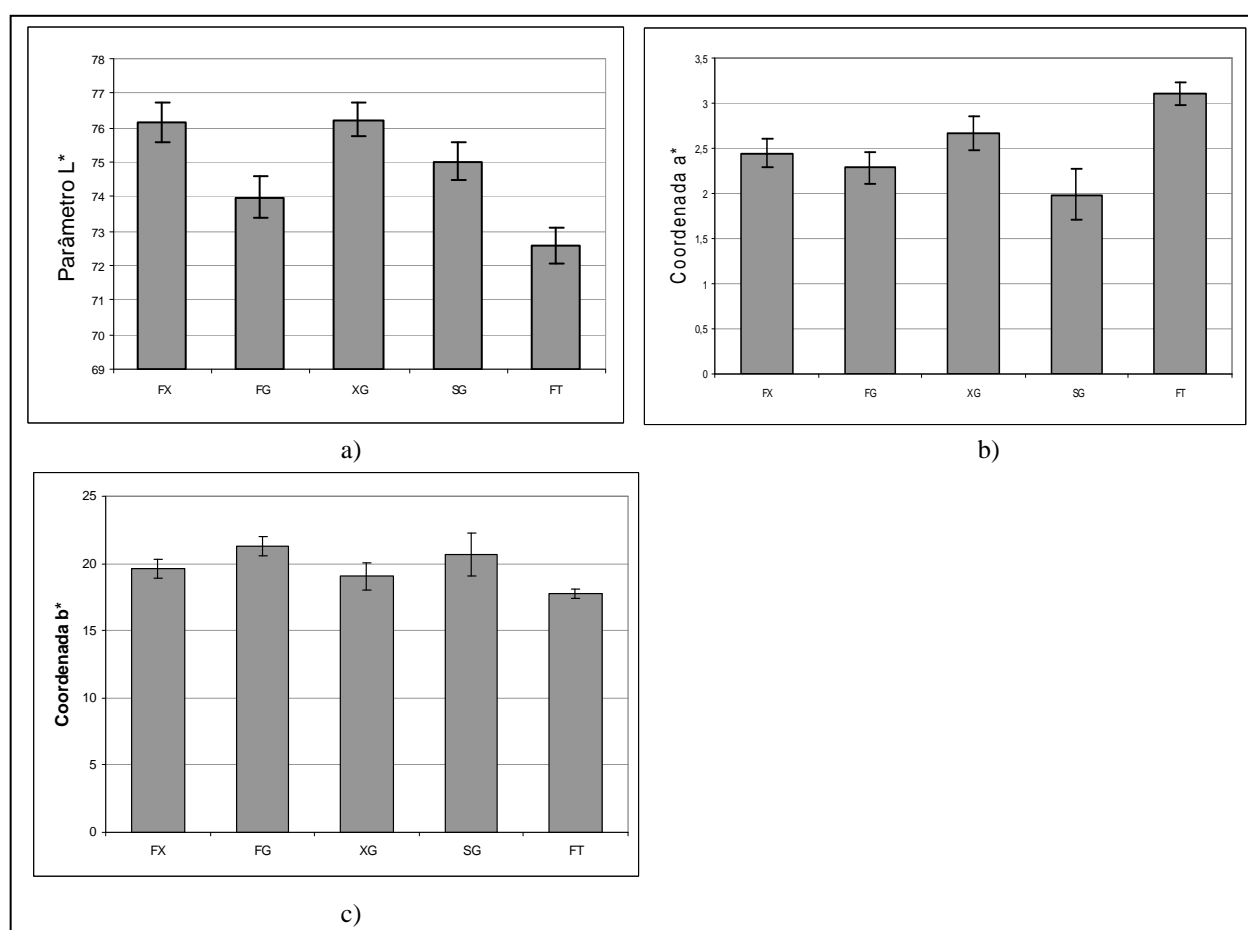


Figura 23 – Resultados da cor da massa referente aos ensaios realizados. a) Parâmetro  $L^*$ ; b) Coordenada  $a^*$ ; c) Coordenada  $b^*$ . Estes valores correspondem à média  $\pm$  desvio padrão de 8 repetições.

Pela análise dos resultados, pode-se concluir que a cor das amostras sem glúten não varia em função das gomas utilizadas.






O valor do parâmetro  $L^*$ , em todos os ensaios é bastante elevado, variando entre 72, o mínimo e 76, o máximo, para o ensaio com glúten e a mistura xantana/guar, respectivamente. Esta gama de valores já era expectável para este tipo de massa à base de farinhas, na qual a luminosidade tende para o branco (100). O facto do valor de  $L^*$  ser maior nos ensaios sem glúten ( $p < 0,05$ ) poderá estar relacionado com a farinha de arroz que confere à massa maior luminosidade, quando comparada com a farinha de trigo (FT). Verifica-se ainda que nos ensaios com goma xantana o valor de  $L^*$  é superior aos ensaios com goma guar.

Relativamente ao parâmetro  $b^*$ , verifica-se que os valores são todos superiores a zero, indicando que a direcção de cor é amarelo (Minolta *et al.*, 1994). Em todos os ensaios observaram-se valores relativamente próximos, 19.62, 21.29, 19.04, 20.67 e 17,73, mas diferentes ( $p < 0,05$ ), para formulação xantana, formulação guar, mistura xantana/guar, formulação sem gomas e formulação trigo respectivamente.

Relativamente ao parâmetro  $a^*$ , verifica-se que os valores são todos superiores a zero, indicando que a cor converge para o vermelho (Minolta *et al.*, 1994). Em todos os ensaios obtiveram-se valores relativamente próximos, 2.45, 2.29, 2.67, 1.99 e 3.11, mas diferentes ( $p < 0,05$ ), para formulação xantana, formulação guar, mistura xantana/guar, formulação sem gomas e formulação trigo respectivamente.

Para melhor visualizar a cor da massa dos ensaios estudados, utilizou-se um conversor de cor (Tabela 8). Através da observação da cor verifica-se que todas as amostras têm diferentes tons amarelados.

Tabela 8 – Cor obtida através do conversor colorimétrico

| Cor obtida através do conversor colorimétrico                                       |   |   |  |   |
|---|---|---|--|---|
|  |  |  |  |  |
| FX  | FG  | XG  | SG   | FT  |

Legenda:

FX – Formulação Xantana

XG – Formulação Mistura Xantana/guar

FT – Formulação com farinha de trigo

FG – Formulação Guar

SG – Formulação sem Gomas

As variações dos tons amarelos apresentados pelas amostras dos ensaios podem ser explicadas devido às diferenças na luminosidade por elas apresentadas, pois cada amostra absorve reflecte a luz das diferentes porções do espectro (relacionadas com as coordenadas  $a^*$  e  $b^*$ ) em diferentes quantidades, produzindo assim diferentes tonalidades. Desta forma, as amostras apresentaram valores para a luminosidade  $L^*$  ( $72 < L^* < 74$ ), variando os valores de  $a^*$  e  $b^*$ . A tendência da cor amarela é um importante atributo de qualidade da farinha, especialmente, para aquelas que são utilizadas no fabrico de massas.

Segundo Oliver *et al.* (1993), a cor amarela das farinhas é determinada pela presença de carotenoides.

### **4.4. A textura das massas**

Na análise à textura das massas foram realizados dois tipos de teste: teste de penetração, no qual se avaliou a dureza da massa (cortada em cubos 3 cm por 3 cm), e o teste TPA, com duas fases de compressão, no qual se avaliam vários parâmetros de textura: firmeza, elasticidade, adesividade, gomosidade e masticabilidade (em rectângulos de 8 cm por 9 cm e 3,7 mm de espessura).

#### **4.4.1. Teste uniaxial de penetração**

##### **4.4.1.1. Dureza**

A dureza foi calculada com base nos gráficos obtidos durante o procedimento experimental (apêndice ID) após a preparação das mesmas. Na Figura 24 é possível observar a dureza obtida nos diferentes ensaios.

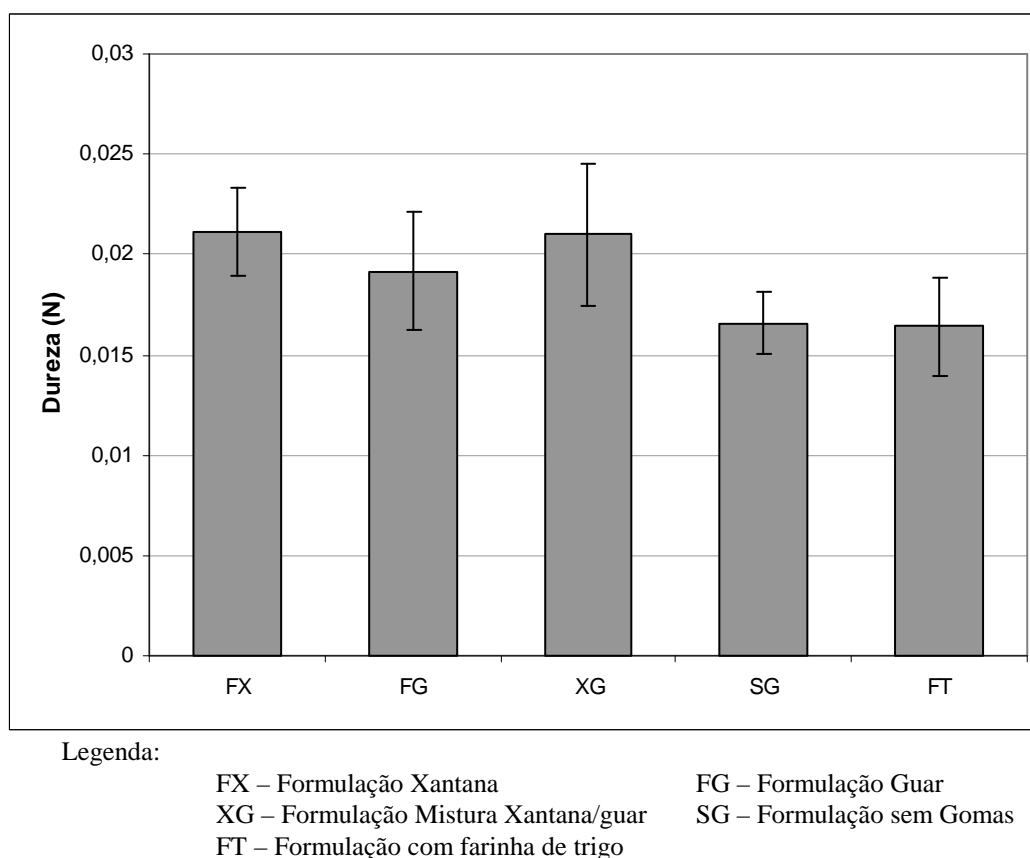


Figura 24 – Gráficos da dureza das amostras dos vários ensaios realizados. Estes valores correspondem à média  $\pm$  desvio padrão de 7 repetições.

O valor da dureza das amostras é superior nas formulações que utilizam a goma xantana, a goma guar e a mistura de ambas, à obtida nos ensaios sem gomas e com farinha de trigo ( $p < 0,05$ ). Indicando que a presença de gomas confere à massa uma estrutura que se torna mais resistente.

Lorenzo *et al.* (2008), realizou um estudo semelhante, com massa para empanadas, e concluiu, que formulações com elevadas percentagens de gomas (guar e xantana, 3%) e baixo conteúdo em água conduzem a uma adequada elasticidade e dureza nos testes de textura (penetração). Da mesma forma, Ribotta *et al.* (2004), no seu estudo sobre o efeito emulsificante da goma guar no comportamento microestrutural, reológico e de cozimento do pão, concluiu que a presença das gomas xantana e guar aumentam a dureza das massas. Mandala *et al.* (2002), referem que a dureza verificada nos géis de xantana estão relacionados com as cadeias que se formam entre o amido (batata) e a goma xantana com o aumento da temperatura, o que faz enrijecer as massas. De referir que, também no presente trabalho, as massas

atingiram valores de temperatura de 77°C, contribuindo para uma fase contínua que influencia a firmeza do gel.

#### 4.4.2. Teste TPA

##### 4.4.2.1. Firmeza da massa

Através da Figura 25 é nítida a diferença significativa entre os ensaios com farinha de trigo (glúten) e os restantes ( $p < 0,005$ ). Este facto prende-se essencialmente com a diferença na formulação de base, uma vez que no ensaio sem gomas (SG) também apresenta maior firmeza. É no ensaio com goma xantana e goma guar que a firmeza é maior, cerca de 0,53 N, o que indica que as duas gomas em conjunto conferem maior firmeza à massa. Segundo Tubari *et al.* (2008), a interacção sinérgica entre as gomas xantana e guar resulta em massas de bolos com viscosidade.

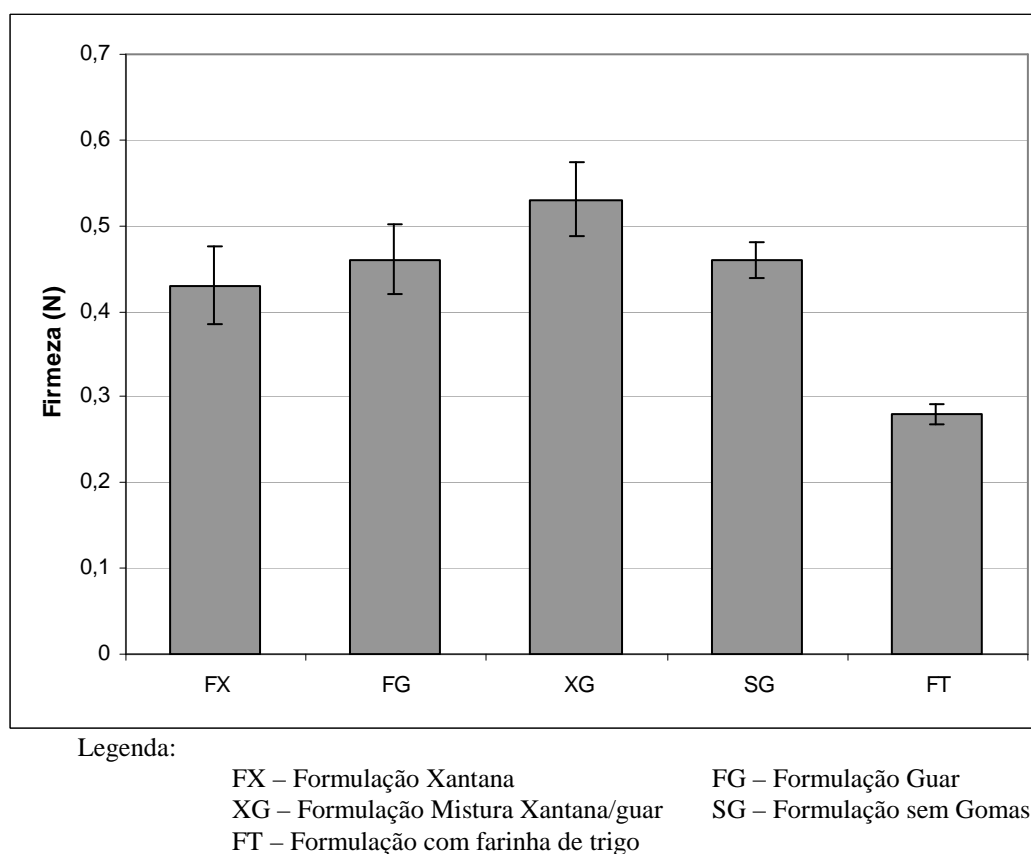


Figura 25 – Firmeza da massa das amostras. Estes valores correspondem à média  $\pm$  desvio padrão de 7 repetições.



#### 4.4.2.2. Elasticidade da massa

Na figura 26 observam-se os resultados obtidos para a elasticidade das várias formulações estudadas. Verifica-se que o valor da elasticidade não apresenta diferenças para os vários ensaios realizados. De facto, nas formulações que utilizam gomas na sua composição, a elasticidade varia de 0,89, a 0,90, a elasticidade obtida na formulação com trigo é de 0,90. Ribotta *et al.* (2004), concluiu que as gomas aumentavam a elasticidade de massa de pão, através da utilização de goma xantana e guar, indicando que estas melhoram a elasticidade das massas. Segundo Preichardt *et al.* (2009), e Lorenzo e Zaritzky (2008), formulações com mistura de goma guar e xantana conferem às massas características idênticas às que contém glúten.

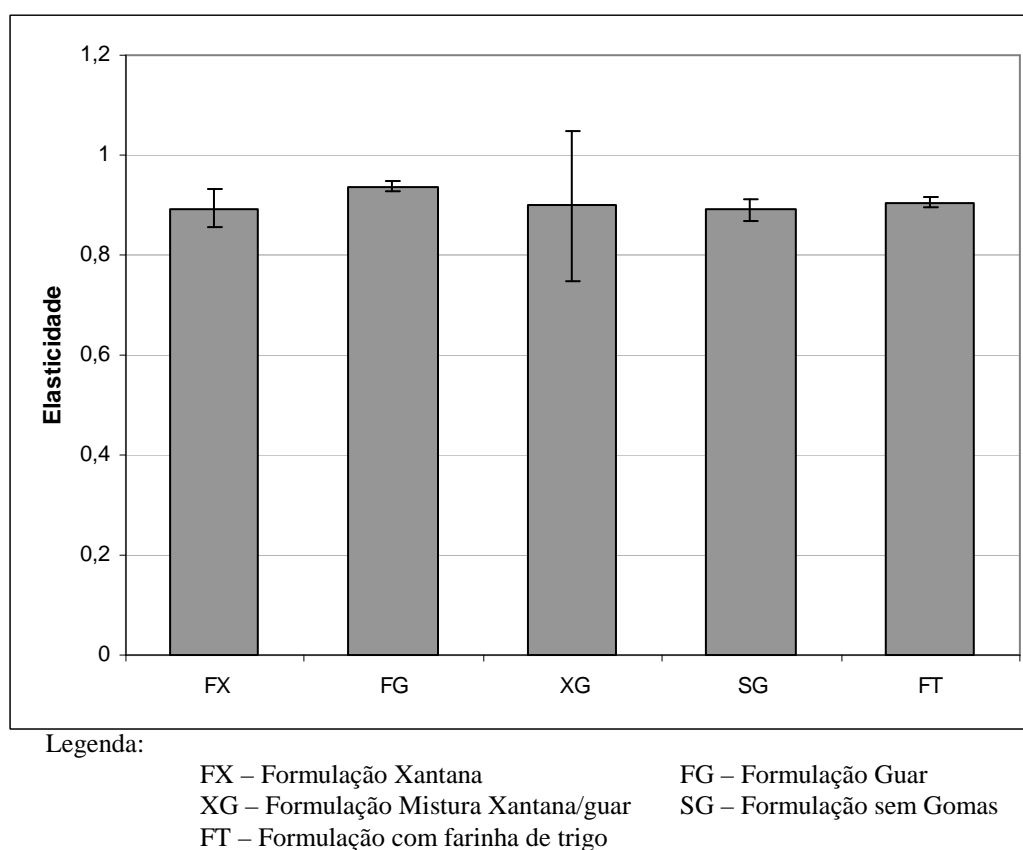


Figura 26 – Elasticidade da massa dos vários ensaios realizados. Estes valores correspondem à média  $\pm$  desvio padrão de 7 repetições.

#### 4.4.3. Adesividade da massa

Pela análise à Figura 27 pode-se concluir que a formulação com glúten apresenta uma maior adesividade 0,004 N.s, do que as formulações sem glúten (0,003

N.s, 0,002 N.s, 0,003 N.s, 0,002N.s xantana, guar, mistura xantana/guar, e sem gomas respectivamente apesar de  $p > 0,05$ ). Este comportamento vem confirmar as propriedades que o glúten confere às massas, em que as torna mais adesivas.

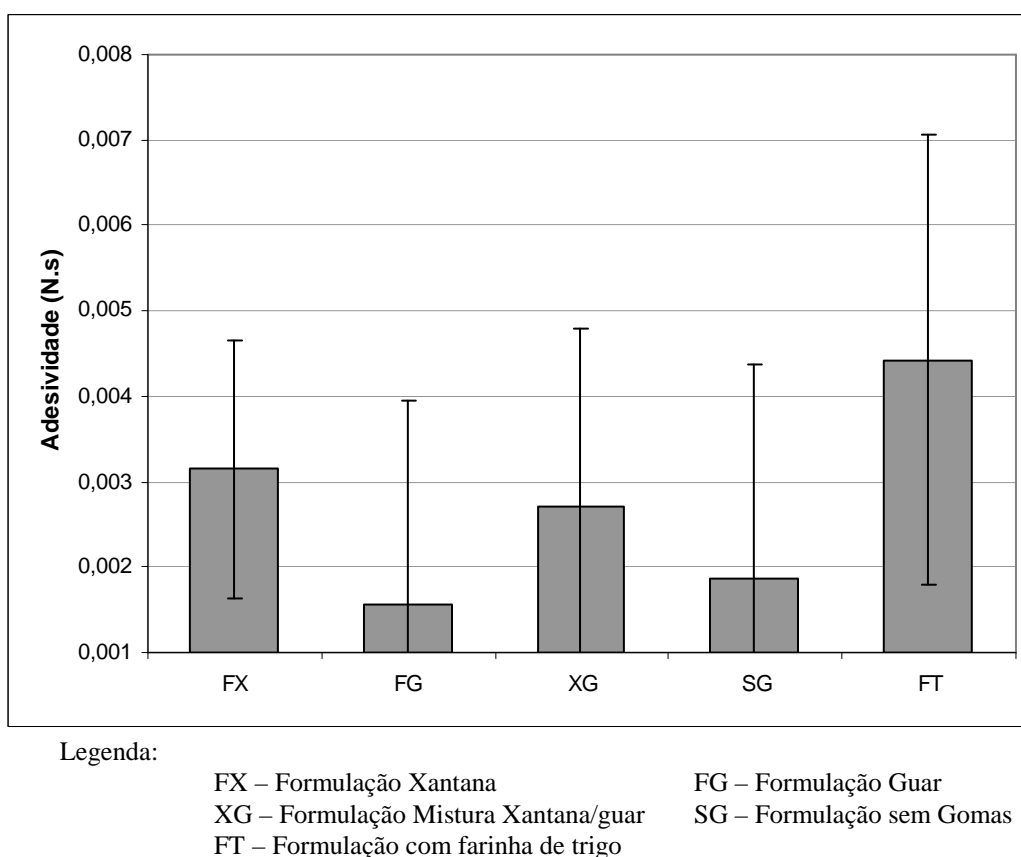


Figura 27 – Adesividade da massa das amostras. Estes valores correspondem à média  $\pm$  desvio padrão de 7 repetições.

#### 4.4.4. Coesividade da massa

O valor da coesividade da massa é inferior nas formulações com gomas, sendo de 1,48 N, 1,49 N e 1,50 N para as formulações xantana, guar, mistura xantana/guar, respectivamente.

A coesividade das massas sem gomas é superior à das massas com gomas apresentando valores de 1,55N e 1,52 N para a formulação sem gomas e para a formulação trigo respectivamente.

Os resultados da coesividade da massa vão de encontro às conclusões de Mandala *et al.* (2002), que defende que a presença de gomas faz diminuir a coesividade das massas. De facto, este parâmetro avalia a força das ligações internas que define a estrutura das massas.

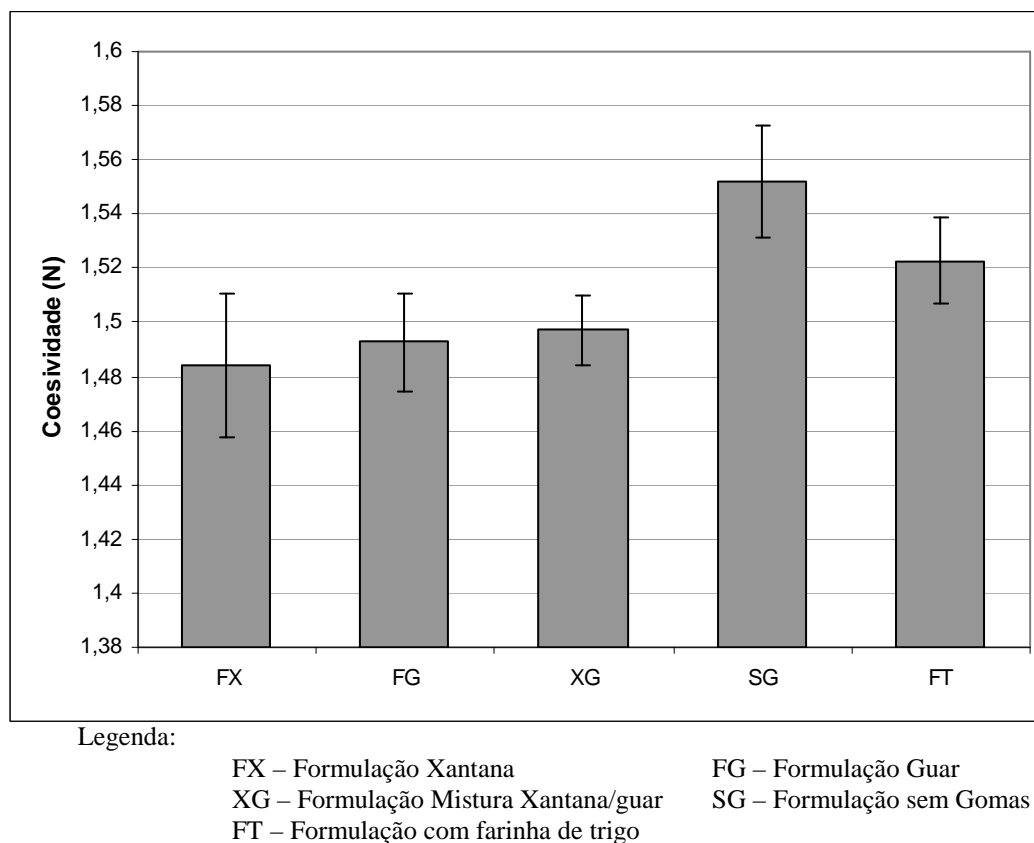
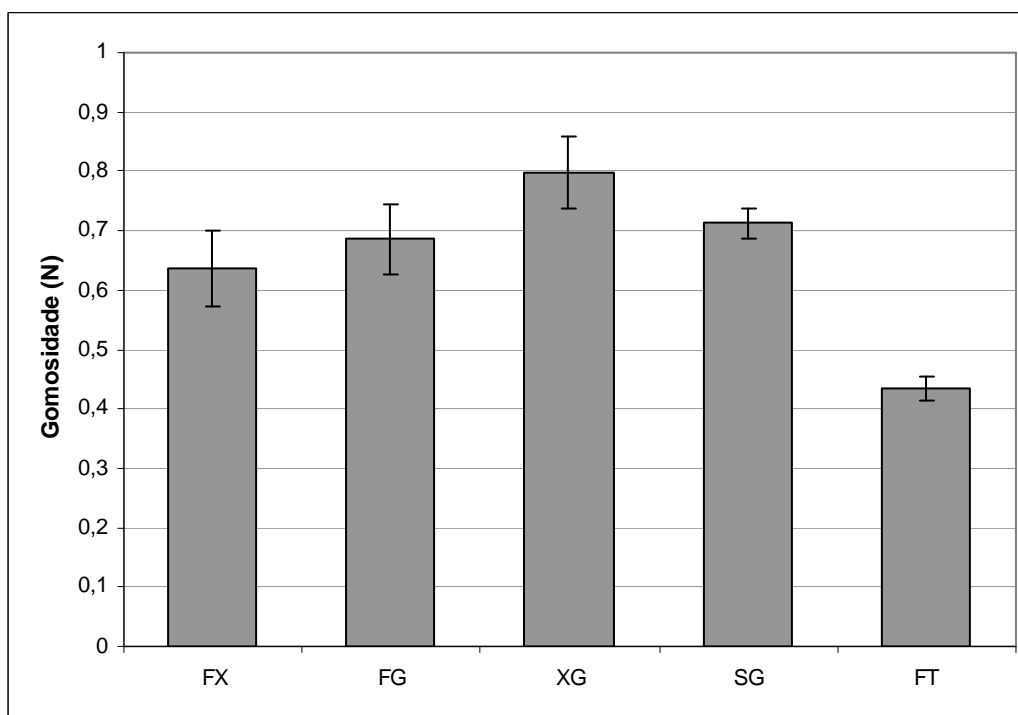


Figura 28 – Coesividade da massa das amostras. Estes valores correspondem à média  $\pm$  desvio padrão de 7 repetições.

#### 4.4.5. Gomosidade da massa

Como este parâmetro, gomosidade, é calculado a partir da firmeza, é de esperar que os resultados tenham o mesmo comportamento. De facto, A gomosidade da massa é superior nas formulações sem glúten, apresentando valores de 0,64 N, 0,68 N, 0,80 N, e 0,71 N para as formulações com xantana, guar, mistura xantana/guar e sem gomas, respectivamente. Na formulação com glúten, o valor da gomosidade é inferior, de 0,43 N ( $p < 0,05$ ). Esta diferença poderá ser explicada pela composição das formulações sem glúten.



Legenda:

FX – Formulação Xantana

XG – Formulação Mistura Xantana/guar

FT – Formulação com farinha de trigo

FG – Formulação Guar

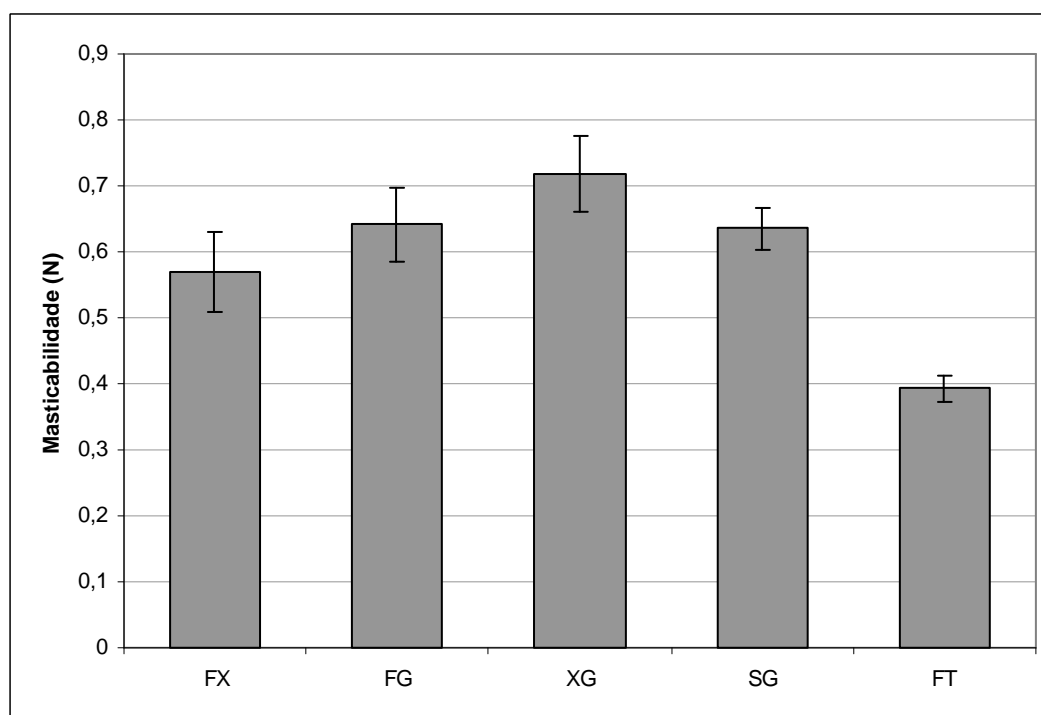
SG – Formulação sem Gomas

Figura 29 – Gomosidade das massas nas diferentes amostras. Estes valores correspondem à média  $\pm$  desvio padrão de 7 repetições.

#### 4.4.6. Masticabilidade da massa

Na Figura 30 verifica-se que a masticabilidade da massa é superior nas formulações sem glúten, apresentando valores de 0,57 N, 0,64 N, 0,72 N, e 0,63 N nas formulações com goma xantana, guar, mistura xantana/guar e sem gomas, respectivamente. Na formulação com glúten, o valor da masticabilidade é inferior, 0,39N. Pela análise dos resultados obtidos, pode-se concluir que a energia necessária para mastigar as massas sem glúten é superior à energia necessária para mastigar as massas com glúten.

Estes resultados estão de acordo com os que se obtiveram para a gomosidade.



Legenda:

FX – Formulação Xantana

XG – Formulação Mistura Xantana/guar

FT – Formulação com farinha de trigo

FG – Formulação Guar

SG – Formulação sem Gomas

Figura 30 – Masticabilidade da massa nas diferentes amostras. Estes valores correspondem à média  $\pm$  desvio padrão de 7 repetições.

Os resultados obtidos na análise de textura permitem concluir que a utilização de gomas confere firmeza e dureza à massa de rissol, conferindo propriedades estruturais, em certos parâmetros, superiores ou idênticos à massa com glúten.

#### 4.5. Análise sensorial

A prova de análise sensorial foi realizada a 60 provadores, utentes da cantina da ESTG, dos quais, 28,3% eram do sexo masculino e 71,7% do sexo feminino, as idades variaram entre 18 e 63 anos.

Os resultados do teste ao consumidor dos dois produtos seleccionados, rissol sem glúten (com goma guar) e rissol com glúten encontram-se descritos nas figuras 31 e 32 respectivamente.

Na Figura 31 é possível observar a representatividade dos resultados obtidos na aceitação dos rissois sem glúten. Para o rissois sem glúten, o teste de aceitação indicou que 96,69% dos consumidores gostaram do produto (soma das escalas 5, 6, 7 e 9), sendo que 18,33% responderam a extremamente agradável, 43,33% a muito agradável, 26,67% a moderadamente agradável e 8,33% a ligeiramente agradável. Apenas 3,33% cotaram como ligeiramente desagradável.

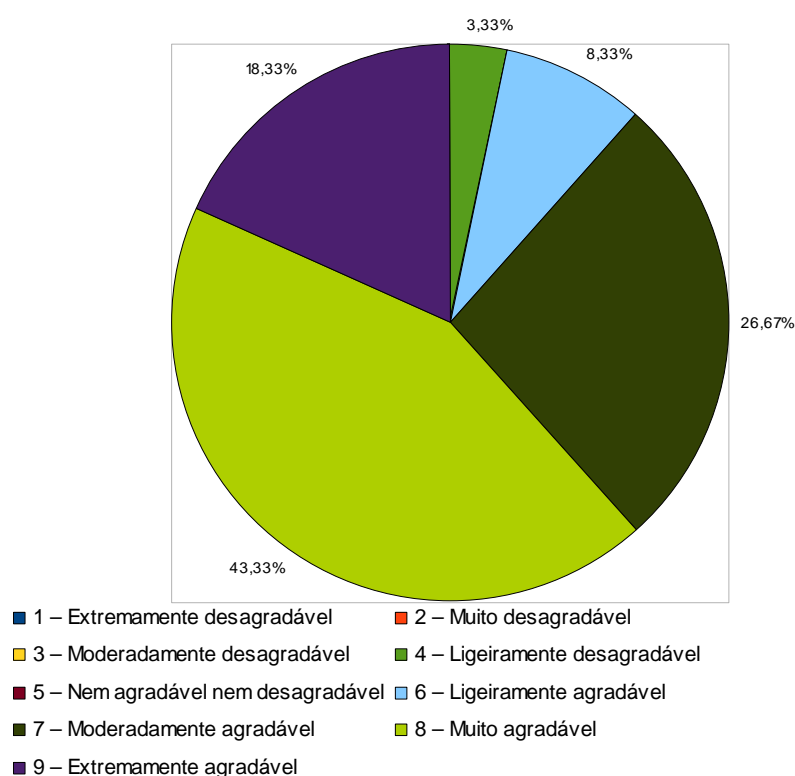


Figura 31 – Representação do teste ao consumidor para rissois sem glúten.

Para comparar os resultados obtidos para o rissois sem glúten (Figura 31) faz-se igualmente uma análise criteriosa para os resultados obtidos na prova de análise sensorial ao rissois com glúten (Figura 32). Desta forma, relativamente ao rissois com glúten, o teste ao consumidor indicou que 85% dos provadores gostaram do produto (soma das escalas 5, 6, 7 e 9), sendo que 13,33% corresponde ao extremamente agradável, 45% a muito agradável, 16,67% a moderadamente agradável e 10% a ligeiramente agradável. Apenas 1,67% cotaram como moderadamente desagradável justificando que “a massa sabe a detergente” e 6,67 como ligeiramente desagradável, justificando que, “massa é muito mole”, “massa com sabor estranho”, “sabor residual

estranho” e “sabor final estranho”. Os restantes 6,67% cotaram como nem agradável nem desagradável.

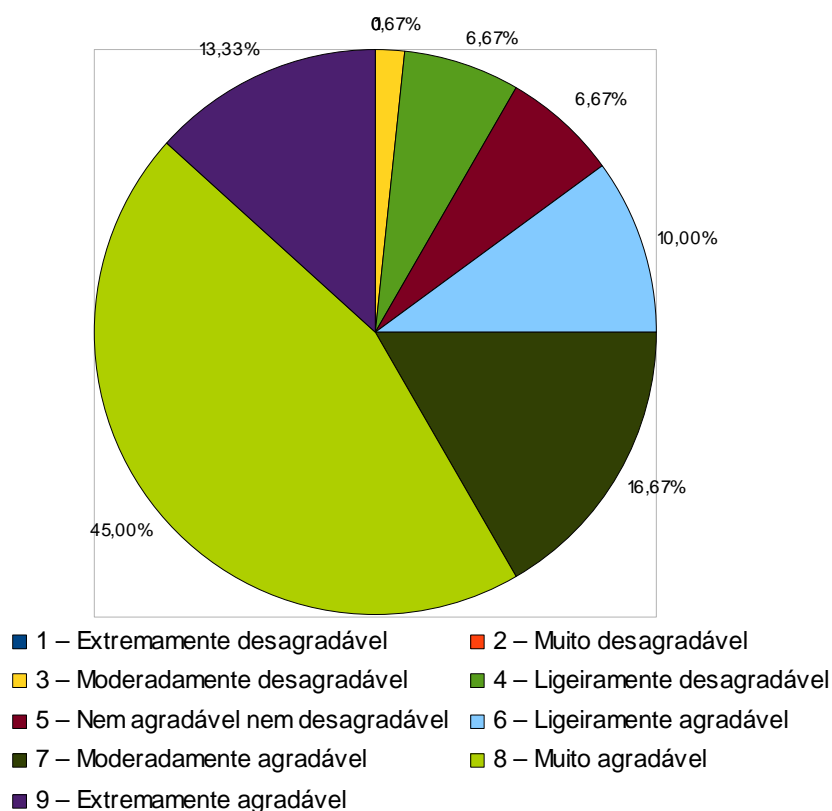


Figura 32 – Representação do teste ao consumidor para rissóis com glúten.

Destes resultados conclui-se que existe grande aceitação, por parte do consumidor geral, do rissol sem glúten, uma vez que a média de aceitação foi próxima da obtida para o rissol com glúten. De facto, o histograma de frequência dos valores hedónicos atribuídos pelos consumidores na prova aos dois tipos de rissóis indica que a nota média atribuída ao produto pelos provadores conforme a escala hedónica adoptada foi  $7,62 \pm 0,27$  para os rissóis sem glúten e  $7,22 \pm 0,38$  para os rissóis com glúten, estando ambos dentro da faixa de aceitação (Figura 33).

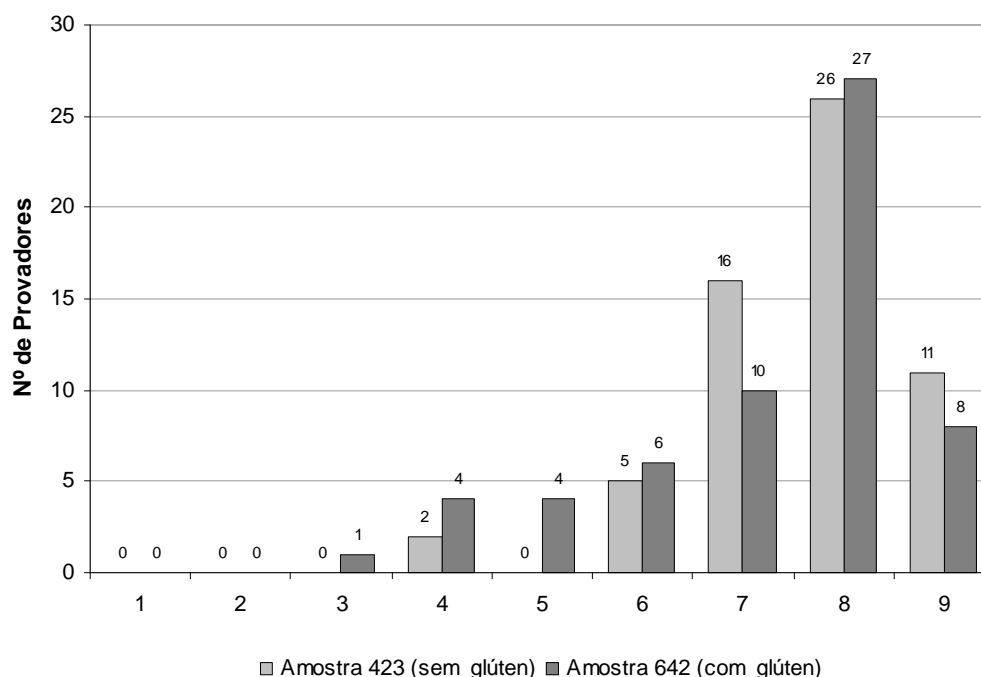


Figura 33 – Histograma de frequência para os valores hedônicos de prova de consumidor aos rissóis com e sem glúten.

Os resultados obtidos foram submetidos a um teste t-student (representação unicaudal de amostras emparelhadas) para verificar a existência de diferenças entre as duas amostras no teste ao consumidor. De facto verificou-se que o valor de p foi igual a 0,052, mostrando que os consumidores, de uma forma geral, não identificaram as duas amostras como diferentes.

Conclui-se assim que os rissóis desenvolvidos no presente trabalho, sem glúten, possuem igual potencial de aceitação quando comparados com os tradicionais rissóis com glúten.

#### 4.6. Análise estatística

Com os resultados apresentados anteriormente realizou-se uma análise estatística aos dados, recorrendo a uma análise de componentes principais (ACP), na tentativa de encontrar alguma correlação entre os parâmetros estudados e assim permitir comparar as amostras.



A ACP permite uma análise mais global dos resultados, sugerindo relações existentes entre as amostras e indicando quais os parâmetros que se correlacionam, caracterizando-as. Os gráficos da Componente Principal 1 (CP1) versus Componente Principal 2 (CP2) (Figura 34) mostram a melhor projecção para a observação dos dados. Quando os dados foram submetidos à ACP, as características de cada amostra foram evidenciadas, apresentando alguma concordância com o já observado anteriormente (subcapítulos anteriores). A CP1 explica 54,89% da informação (Tabela 9) e nela se correlacionam entre si os parâmetros L\*, b\*, pH, dureza, firmeza, gomosidade e masticabilidade, assumindo valores máximos no sentido negativo desta componente e ainda o parâmetro de cor a\*, no sentido positivo (Tabela 10). Indicando que se a dureza e a firmeza aumentam, também a gomosidade e a masticabilidade aumentam. Na CP2, que explicou 24,59% (Tabela 9) da informação, os parâmetros mais relevantes foram o parâmetro b\*, a humidade e a coesividade, com máximos no sentido positivo desta componente e no sentido oposto a adesividade das massas e o parâmetro de cor a\*. Esta combinação de variáveis indica que se o teor de humidade é maior, maior é a coesividade e menor a adesividade.

Tabela 9 – Análise de componentes principais: matriz de valores próprios (Eigenvalue).

|          | <i>Eigenvalue</i> | %<br><i>Eigenvalue</i> | Acumulado<br><i>Eigenvalue</i> | Acumulado % |
|----------|-------------------|------------------------|--------------------------------|-------------|
| <b>1</b> | 6,587             | 54,893                 | 6,587                          | 54,893      |
| <b>2</b> | 2,951             | 24,594                 | 9,538                          | 79,487      |
| <b>3</b> | 1,759             | 14,655                 | 11,297                         | 94,142      |
| <b>4</b> | 0,703             | 5,858                  | 12,000                         | 100,000     |

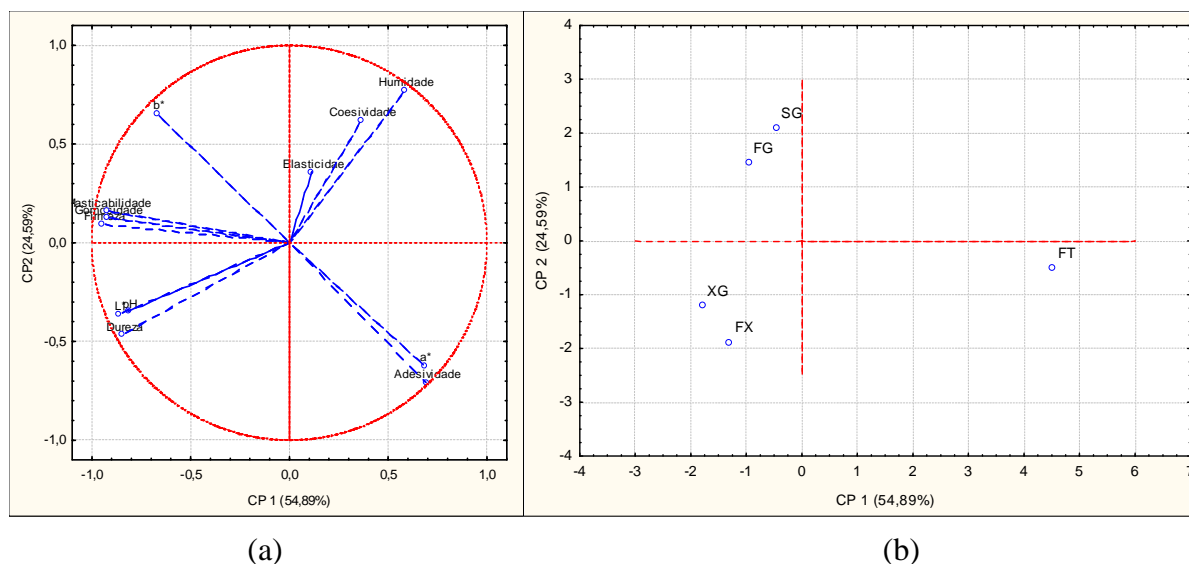
Tabela 10 – Análise de componentes principais e correlações entre os parâmetros (matriz de vectores próprios). Os valores assinalados a vermelho encontram-se mais projectados para a CP1 ou CP2

|                        | CP 1   | CP 2   |
|------------------------|--------|--------|
| <b>L*</b>              | -0,864 | -0,364 |
| <b>a*</b>              | 0,682  | -0,621 |
| <b>b*</b>              | -0,668 | 0,656  |
| <b>pH</b>              | -0,816 | -0,348 |
| <b>Humidade</b>        | 0,582  | 0,773  |
| <b>Dureza</b>          | -0,842 | -0,466 |
| <b>Elasticidade</b>    | 0,113  | 0,360  |
| <b>Firmeza</b>         | -0,944 | 0,097  |
| <b>Adesividade</b>     | 0,690  | -0,708 |
| <b>Coesividade</b>     | 0,363  | 0,622  |
| <b>Gomosidade</b>      | -0,923 | 0,125  |
| <b>Masticabilidade</b> | -0,923 | 0,162  |

Na Figura 34 é visível um afastamento das amostras relativas ao ensaio realizado com glúten (FT) das restantes. Neste último (FT), os ensaios de textura realizados revelaram que a massa apresenta valores de firmeza, gomosidade e masticabilidade muito inferiores aos obtidos para as restantes. Visualmente esta massa (FT) apresentava-se ligeiramente mais escura do que as restantes, também confirmado pela avaliação instrumental realizada (L\*).

As amostras FG e SG, posicionam-se no lado negativo da CP1 à semelhança das amostras XG e XF, contudo distinguem-se destas por apresentarem maior coesividade, maior teor de humidade e valor de b\* (parâmetro de cor).

Pode observar-se ainda que a amostra FG é grandemente caracterizada pelos parâmetros, masticabilidade e firmeza, projectados no sentido negativo da CP1 (Tabela 10), o que vai ao encontro do que tem vindo a ser constatado ao longo deste trabalho.



Legenda:

FX – Formulação Xantana  
XG – Formulação Mistura Xantana/guar  
FT – Formulação com farinha de trigo

FG – Formulação Guar  
SG – Formulação sem Gomas

Figura 34 - a) Projecção dos parâmetros analisados nas Componentes Principais 1 e 2; b) Análise de componentes principais com projecção das amostras nas componentes principais 1 e 2.



## **5. Conclusões e sugestões de trabalho futuro**



Neste trabalho foi possível estudar os efeitos das gomas guar e xantana em formulações de massas sem glúten e comparar a tradicional massa com glúten.

Dos resultados obtidos pode-se concluir que o pH é ligeiramente incrementado nas formulações que utilizam gomas.

Conclui-se que a formulação com goma guar apresenta teor de humidade idêntico à da formulação com farinha de trigo. Conclui-se também que a utilização das gomas resultou em massas com maiores valores de Luminosidade e tendência para o amarelo, devido à utilização da farinha de grão-de-bico. Sendo esta uma característica bastante vantajosa pois poderá dar origem a que o produto final, rissol, seja mais dourado após o processo de fritura.

Relativamente aos parâmetros de textura conclui-se que a dureza, a elasticidade e a adesividade das massas é idêntica entre si, porém a firmeza das massas sem glúten é superior à da massa com glúten, e que consequentemente a gomosidade e a masticabilidade das massas sem glúten é também superior. Este aspecto torna também o produto final mais firme e resistente à alta temperatura do processo de fritura, impedindo que este se “rompa”. Da mesma forma, torna-o mais resistente ao processo de estendimento, operação esta crítica para o sucesso do produto final.

A prova de análise sensorial reflectiu uma aceitabilidade igual de ambos os rissóis, sem glúten (com goma guar) e com glúten, por parte dos consumidores.

Como conclusão final pode-se considerar que apesar de existirem diferenças físicas nas massas com e sem glúten, estas não são reflectidas em termos de consumidor final, sendo um produto que será concerteza apreciado pelos doentes celíacos e ainda pelo consumidor geral.

Como sugestão para trabalho futuro seria interessante estudar a influência de outras farinha, como a de feijão ou a de castanha conjugada com outros hidrocolóides como por exemplo a metilcelulose, de forma a incorporar na dieta dos doentes celíacos outras alternativas igualmente apetecíveis e com a vantagem de serem nutritivas, enriquecendo a sua dieta.





## **6. Bibliografia**



Almeida, D. Aulas fisiologia pós-colheita. Mestrado em ciências e tecnologia pós-colheita. Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (2004).

Araújo, H. M. C. Impacto Da doença celíaca na saúde, nas práticas alimentares e na qualidade de vida de celíacos. Dissertação de mestrado. Universidade de Brasília. Brasil (2008).

Arendt, EK, Morrissey A, Moore MM, Dal Bello F In: Arendt EK, Dal Bello F (eds) Gluten-free cereal products and beverages. Academic Press, London (2008).

Bárcenas, M.E., O-Keller, J., Rosell, C.M., Influence of different hydrocolloids on major wheat dough components (glúten and starch); Journal of Food Engineering 94 (2009) 241-247.

Borges, C.D., Vendruscolo, C.T. Goma Xantana: características e condições operacionais de produção. Semina: Ciências Biológicas e da Saúde, Londrina, v. 29, n. 2, p. 171-188, jul./dez. 2008.

Borges, J. T. S., Ascheri, J. L. R., Ascheri, D. R., Nascimento, R. E.; Freitas, A. S. Propriedades de cozimento e caracterização físicoquímica de macarrão pré-cozido à base de farinha integral de quinoa (*chenopodium quinoa*, willd) e de farinha de arroz (*oryza sativa*, l) polido por extrusão termoplástica (2003).

Cereda, M.P., Agricultura: tuberosas amiláceas Latino-americanas. São Paulo: Fundação Cargill, v.3, cap. 5, p.83-99, 2002.

César, A.S., Gomes, J.C., Staliano, C.D., Fanni, M.L., Borges, M.C. Elaboração de pão sem glúten. Revista Ceres 53(306):150-155, 2006.

Clerici, M.T.P.S., El-Dash, A.A., Características tecnológicas de farinhas de arroz pré-gelatinizadas obtidas por extrusão termoplástica. Ciências agrotec., lavras, v.32, n.5, p. 1543-1550, set./out., 2008.

Delimbeuf, K. Única, 24 Abril 2010, Expresso #1956, pp 66-68.

Demirkesen, I., Mert, B., Sumnu, G., Sahin, S., Utilization of chestnut flour in gluten-free bread formulations; *Journal of Food Engineering* 101 (2010) 329-336.

Esteller, M. S., Yoshimoto, R., Amaral, R. L., Lannes, Su. Uso de açúcares em produtos panificados. *Ciência Tecnologia Alimentos* [online]. 2004 vol.24, n.4.

Fiszman, S. Bases teóricas de la determinación de la textura de alimentos sólidos. Curso de Textura Aplicada a Pães, Biscoitos e Massas Alimentícias. p.1-11, ITAL, 1989.

Funami, T., Kataoka, Y., Omoto, T., Goto, Y., Asai, I., Nishinari, K. Food hydrocolloids control the gelatinization and retrogradation behaviour of starch. 2a. Functions of guar gums whit different molecular weights on the gelatinization behaviour of corn starch. *Food hydrocolloids* 19 (2005) 15-24.

Galera, J.S., Substituição parcial da farinha de trigo por farinha de arroz (*Oryza sativa* L.) na produção de “sonho”. Estudo modelo. Universidade de São Paulo, Faculdade de ciências farmacêuticas, 2006.

Gallagher, E., Gormley, T.R., Arendt, E.K., Crumb characteristics of gluten free reads. *Journal of food engineering* 56 (2003) 153-161.

Gallagher, E., Gormley, T.R., Arendt, E.K. Recent advances in the formulation of glúten-free cereal-based procucts. *Trends in Food Science & Technology* 15 (2004) 143-152.

Gracza, R. Aging and storage studies in flours and air-classified flour fractions. *Cereal Chemistry*, v. 42, n. 4, p. 333-358, 1965.

Guarda, A., Rosell, C.M., Benedito, C., Galotto, M.J., Different hydrocoloids as bread improvers and antistaling agents; *Food Hydrocolloids* 18 (2004) 241-247.

Heisler, G. E. R., Antônio, G.A., Moura, R.S., Mendonça, C.R.B., Granada, G.G., Viabilidade da substituição da farinha de trigo pela farinha

de arroz na merenda escolar. *Alimentação Nutrição*, Araraquara; v.19, n.3, p. 299-306, jul./set. 2008.

Jubete, L. A., Auty, M., Arendt, E.K., Gallagher, E. Baking properties and microstructure of pseudocereal flours in gluten-free bread formulations. *Eur Food Res Technol* (2010) 230: 437 – 445.

Kohajdová, Z., Karovicová, J. Application of hydrocolloids as baking improvers. *Chemical papers* 63 (1) (2009) 26-28.

Kupper C. Dietary guidelines and implementation for celiac disease. *Gastroenterol* 128:S121–S127, (2005).

Lazaridou, A., Duta, D., Papageorgiou, M. Belc, N., Biliaderis, C. Effects of hydrocolloids on dough rheology and bread quality parameters in gluten-free formulations. *Journal of food engineering* 79 1033-1047, (2007).

Linden, G., Lorient, D. *New ingredients in food processing*. Woodhead Publishing Ltd (1999).

Lobo, A. R., Silva, G. M. L., Amido resistente e suas propriedades físico-químicas. *Revista de Nutrição*, Campinas, 16(2):219-226, abril/Junho 2003.

Lorenzo, G., Zaritzky, N. Califano, A. Optimization of non-fermented gluten-free dough composition based on rheological behavior for industrial production of “empanadas” and pie-crust. *Journal of cereal science* 48 (2008) 224-231.

Mandala, I.G., Palogou, E.D., Kostaropoulos, A.E. Influence of preparation and storage conditions on texture of xanthan–starch mixtures. *Journal of Food Engineering* 53 (2002) 27–38.

Minolta. *Precise color communication: Color control from feeling to instrumentation*. Minolta Co. Ltd., 1994.

Munhoz, M.P., Weber, F.H., Chang, Y.K., Influência de hidrocolóides na textura de gel de amido de milho; *Ciências e Tecnologia Alimentar*, Campinas, 24(3): 403-406, jul.-set. 2004.

NP 2966, Derivado de cereais. Pão. Determinação dos teores de água e de matéria-seca. IQA, 2ª edição, Setembro 1993.

Oliver, J.R., Blakeney, A.B., Allen, H.M. The colour of flour streams as related to ash and pigment contents. *Journal of cereal science*, v.17, p. 169-182, 1993.

Pavanelli, A.P. Aditivos para panificação: conceitos e funcionalidade. Art AL002, (2000).

Preichardt, L., Vendruscolo, C., Gularte, M., Moreira, A. Efeito da goma xantana nas características sensoriais de bolos sem glúten. *Revista Brasileira de tecnologia Agroindustrial* v.03, n01:p.70-76, (2009).

Ribotta, P.D., Pérez, G.T.; Leon, A.E.; Añón, M.C. Effect of emulsifier and guar gum on micro structural, rheological and baking performance of frozen bread dough. *Food Hydrocolloids* 18 (2004) 305–313.

Rodrigues, A. C. C. Influência dos aditivos na obtenção de mamão desidratado osmoticamente. Campinas, 1999. 98p. Tese de Mestrado apresentada ao Departamento de Engenharia de Alimentos da FEA/UNICAMP.

Rosell, C.M., Rojas, J.A., Barber, C. B. Influence of hidrocolloids on dough rheology and bread quality. *Food hydrocolloids* 15 (2001) 75-81.

Sae-Kang, V., Suphantharika, M. Influence of pH and xanthan gum addition on freeze-thaw stability of tapioca starch pastes, (2006).

Santos, A. B., Ozeki, F.L., Oliveira, B.M.G., Kimura, M. Precisão de escalas de mensuração utilizadas em testes de aceitação. *Alimentação Nutrição*, Araraquara v.20, n.4, p. 633-639, (2009).

Schober, T.J., Bean, S.R., Boyle, D.L., Park, S., Improved viscoelastic zein-starch doughs for leavened gluten-free breads: Their rheology and microstructure; *Journal of Cereal Science* 48 (2008) 755-767.

Sdepanian, V.L., Morais, M.B., Fagundes-Neto, U., Artigo de Revisão: Doença celíaca: a evolução dos conhecimentos desde sua centenária

descrição original até os dias atuais; Arquivo Gastroenterol V. 36 - no. 4 - out/dez. 1999.

Sikorski, Z.E. Chemical and functional proprieties of food components, 3rd edition; Taylor & Francis Group, LLC, (2007).

Silva, M.C., Thiré, R.M.S.M., Pita, V.J.R.R., Carvalho, C.W.P., Andrade, C.T. , Processamento de amido de milho em câmara de mistura. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v.24, n.2, p. 303-310, 2004.

StatSoft, Inc. (2004). STATISTICA (data analysis software system), version 7. [www.statsoft.com](http://www.statsoft.com).

Therdthai, N., Zhou, W., Jangchud, K. Modeling of the effects of relative humidity and temperature on proving rate of rice-flour-based dough. LWT 40 (2007) 1036-1040.

Thompson T, Dennis M, Higgins LA, Lee AR, Sharrett MK Gluten-free diet survey: are Americans with coeliac disease consuming recommended amounts of Wbre, iron calcium and grain foods? J Hum Nutr Diet 18:163–169, (2005).

Trobica, A., Hadnadev, M., Dapcevic, T. Rheological, textural and sensory proprieties of glúten-free bread formulation based on rice and buckwheat flour. Food hydrocolloids 24 (2010) 626-632.

Turabi, E., Sumnu, G., Sahin, S., Rheological properties and quality of rice cakes formulated with different gums and an emulsifier blend. Food Hydrocolloids 22 (2008) 305–312.

Wood, J.A., Texture, processing and organoleptic proprieties of chickpea-fortified sphaghetti whith insights to the underlying mechanisms of tradicional durum pasta quality. Journal of cereal science 49 (2009) 128-133.

Zandonadi, R.P., Psyllium como substitute do glúten; Dissertação de Mestrado em Nutrição Humana da Universidade de Brasília, 2006.





## Apêndices



## Apêndice IA– Observações experimentais da Determinação do pH

As observações experimentais obtidas na determinação do pH encontram-se na tabela abaixo representada.

Tabela 11 – Observações experimentais da determinação de pH

| Ensaio | Mistura          | pH   | T<br>(°C) | pH<br>médio | T<br>média | Desvio<br>padrão<br>pH | Desvio<br>padrão<br>T | Intervalo<br>confiança<br>pH | Intervalo<br>confiança<br>T |
|--------|------------------|------|-----------|-------------|------------|------------------------|-----------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 1      | Xantana          | 6,02 | 23,0      | 6,06        | 23,28      | 0,043                  | 0,384                 | 0,038                        | 0,336                       |
| 2      |                  | 6,03 | 23,1      |             |            |                        |                       |                              |                             |
| 3      |                  | 6,03 | 23,0      |             |            |                        |                       |                              |                             |
| 4      |                  | 6,10 | 23,4      |             |            |                        |                       |                              |                             |
| 5      |                  | 6,11 | 23,9      |             |            |                        |                       |                              |                             |
| 6      | Guar             | 5,93 | 23,5      | 5,96        | 23,56      | 0,034                  | 0,055                 | 0,029                        | 0,048                       |
| 7      |                  | 5,92 | 23,6      |             |            |                        |                       |                              |                             |
| 8      |                  | 5,95 | 23,5      |             |            |                        |                       |                              |                             |
| 9      |                  | 5,98 | 23,6      |             |            |                        |                       |                              |                             |
| 10     |                  | 6,00 | 23,6      |             |            |                        |                       |                              |                             |
| 11     | Xantana<br>/Guar | 5,89 | 23,2      | 5,92        | 23,22      | 0,031                  | 0,040                 | 0,027                        | 0,039                       |
| 12     |                  | 5,88 | 23,2      |             |            |                        |                       |                              |                             |
| 13     |                  | 5,94 | 23,2      |             |            |                        |                       |                              |                             |
| 14     |                  | 5,93 | 23,2      |             |            |                        |                       |                              |                             |
| 15     |                  | 5,95 | 23,3      |             |            |                        |                       |                              |                             |
| 16     | Sem gomas        | 5,65 | 23,9      | 5,80        | 23,88      | 0,103                  | 0,044                 | 0,091                        | 0,039                       |
| 17     |                  | 5,75 | 23,9      |             |            |                        |                       |                              |                             |
| 18     |                  | 5,84 | 23,9      |             |            |                        |                       |                              |                             |
| 19     |                  | 5,88 | 23,9      |             |            |                        |                       |                              |                             |
| 20     |                  | 5,90 | 23,8      |             |            |                        |                       |                              |                             |
| 21     | Trigo            | 5,66 | 23,6      | 5,69        | 23,60      | 0,037                  | 0,082                 | 0,032                        | 0,071                       |
| 22     |                  | 5,67 | 23,7      |             |            |                        |                       |                              |                             |
| 23     |                  | 5,74 | 23,6      |             |            |                        |                       |                              |                             |
| 24     |                  | 5,71 | 23,5      |             |            |                        |                       |                              |                             |
| 25     |                  | 5,73 | 23,6      |             |            |                        |                       |                              |                             |

## Apêndice IB– Observações experimentais da determinação da humidade

O teor de humidade será dado pela seguinte fórmula:

$$\% \text{ Humidade (\%H)} = (M1-M2)/(M1-M3)*100$$

Em que:

M1- Massa da amostra com a cápsula (g)

M2 – Massa da amostra seca juntamente com a cápsula (g)

M3 – Massa da cápsula (g)

As observações experimentais obtidas encontram-se na tabela abaixo representada:

Tabela 12 – Observações experimentais dos ensaios do teor de humidade

| Mistura       | Ensaio | M1 (g)  | M2 (g)  | M3 (g) | %H      | Observações | % H média |
|---------------|--------|---------|---------|--------|---------|-------------|-----------|
| Xantana       | 1      | 20,7161 | 10,9418 | 2,0547 | 52,3771 | -           | 50,98     |
|               | 2      | 18,9870 | 10,9350 | 2,1960 | 47,9543 | -           |           |
|               | 3      | 20,5407 | 10,7764 | 1,9836 | 52,6175 | -           |           |
| Guar          | 4      | 20,2616 | 10,2349 | 1,9854 | 54,8621 | -           | 54,15     |
|               | 5      | 21,1645 | 11,0180 | 2,2783 | 53,7244 | -           |           |
|               | 6      | 17,3606 | 8,9146  | 1,6833 | 53,8741 | -           |           |
| Xantana /guar | 7      | 20,8572 | 10,9381 | 1,7362 | 51,8754 | -           | 51,71     |
|               | 8      | 18,7554 | 10,0083 | 1,8590 | 51,7690 | -           |           |
|               | 9      | 22,2080 | 11,8440 | 2,0811 | 51,4933 | -           |           |
| Sem           | 10     | 20,0057 | 11,0998 | 1,6515 | 53,5806 | -           | 53,78     |

|       |    |         |         |        |         |   |       |
|-------|----|---------|---------|--------|---------|---|-------|
| gomas | 11 | 20,3333 | 10,3924 | 1,7283 | 53,4313 | - |       |
|       | 12 | 19,8256 | 10,0660 | 1,8611 | 54,3271 | - |       |
| Trigo | 13 | 26,8274 | 13,2188 | 1,7343 | 54,2324 | - | 54,24 |
|       | 14 | 27,5173 | 13,3526 | 1,4448 | 54,3281 | - |       |
|       | 15 | 29,6111 | 14,4349 | 1,5949 | 54,1694 | - |       |

## Apêndice IC – Observações experimentais da determinação da cor

As observações experimentais obtidas na determinação da cor encontram-se na tabela abaixo representada:

Tabela 13 – Observações experimentais dos ensaios da cor

| Mistura          | Ensaio | L     | a*   | b*    | L (médio) | a* (médio) | b* (médio) |
|------------------|--------|-------|------|-------|-----------|------------|------------|
| Calibração       | -      | 97,06 | 5,28 | -3,49 | -         | -          | -          |
| Xantana          | 1      | 75,74 | 2,65 | 18,02 | 76,16     | 2,45       | 19,62      |
|                  | 2      | 75,46 | 2,57 | 20,33 |           |            |            |
|                  | 3      | 75,40 | 2,52 | 19,31 |           |            |            |
|                  | 4      | 75,90 | 2,47 | 19,51 |           |            |            |
|                  | 5      | 76,91 | 2,60 | 20,38 |           |            |            |
|                  | 6      | 76,99 | 1,95 | 20,29 |           |            |            |
|                  | 7      | 77,43 | 2,23 | 20,65 |           |            |            |
|                  | 8      | 75,45 | 2,59 | 18,46 |           |            |            |
| Guar             | 9      | 73,75 | 2,11 | 21,08 | 73,99     | 2,29       | 21,29      |
|                  | 10     | 74,00 | 2,05 | 22,35 |           |            |            |
|                  | 11     | 72,83 | 2,78 | 21,21 |           |            |            |
|                  | 12     | 72,73 | 2,01 | 23,02 |           |            |            |
|                  | 13     | 75,12 | 2,28 | 19,81 |           |            |            |
|                  | 14     | 74,57 | 2,48 | 20,40 |           |            |            |
|                  | 15     | 74,41 | 2,36 | 21,34 |           |            |            |
|                  | 16     | 74,50 | 2,24 | 21,08 |           |            |            |
| Xantana/<br>guar | 17     | 75,24 | 2,54 | 21,11 | 76,22     | 2,67       | 19,04      |
|                  | 18     | 75,99 | 2,39 | 20,81 |           |            |            |
|                  | 19     | 75,54 | 2,46 | 20,23 |           |            |            |

|           |    |       |      |       |       |      |       |
|-----------|----|-------|------|-------|-------|------|-------|
|           | 20 | 76,46 | 2,65 | 17,83 |       |      |       |
|           | 21 | 76,80 | 3,24 | 17,74 |       |      |       |
|           | 22 | 75,90 | 2,82 | 18,60 |       |      |       |
|           | 23 | 77,45 | 2,73 | 17,64 |       |      |       |
|           | 24 | 76,39 | 2,50 | 18,36 |       |      |       |
| Sem gomas | 25 | 74,98 | 2,20 | 19,52 | 75,02 | 1,99 | 20,67 |
|           | 26 | 74,49 | 1,57 | 22,08 |       |      |       |
|           | 27 | 75,79 | 2,18 | 18,53 |       |      |       |
|           | 28 | 76,09 | 2,49 | 18,07 |       |      |       |
|           | 29 | 75,81 | 2,39 | 18,66 |       |      |       |
|           | 30 | 73,99 | 2,11 | 21,10 |       |      |       |
|           | 31 | 74,25 | 1,39 | 23,29 |       |      |       |
|           | 32 | 74,75 | 1,58 | 24,11 |       |      |       |
| Trigo     | 33 | 72,56 | 3,18 | 17,92 | 72,56 | 3,11 | 17,73 |
|           | 34 | 71,68 | 3,17 | 18,54 |       |      |       |
|           | 35 | 72,68 | 3,07 | 17,53 |       |      |       |
|           | 36 | 71,55 | 2,97 | 17,88 |       |      |       |
|           | 37 | 72,07 | 2,91 | 16,72 |       |      |       |
|           | 38 | 73,48 | 2,89 | 17,82 |       |      |       |
|           | 39 | 73,42 | 3,28 | 17,87 |       |      |       |
|           | 40 | 73,05 | 3,40 | 17,54 |       |      |       |

## Apêndice ID– Observações experimentais da determinação da textura

### A. Observações experimentais da dureza

As observações experimentais da dureza obtidas, encontram-se na tabela abaixo representada:

Tabela 14 – Observações experimentais dos ensaios de dureza

| Amostra       | Ensaio | Dureza (N) | Dureza (N) |
|---------------|--------|------------|------------|
| Xantana       | 1      | 0,020      | 0,02       |
|               | 2      | 0,023      |            |
|               | 3      | 0,023      |            |
|               | 4      | 0,016      |            |
|               | 5      | 0,020      |            |
|               | 6      | 0,021      |            |
|               | 7      | 0,025      |            |
| Guar          | 8      | 0,022      | 0,019      |
|               | 9      | 0,014      |            |
|               | 10     | 0,021      |            |
|               | 11     | 0,015      |            |
|               | 12     | 0,020      |            |
|               | 13     | 0,017      |            |
|               | 14     | 0,025      |            |
| Xantana/ guar | 15     | 0,013      | 0,02       |
|               | 16     | 0,022      |            |
|               | 17     | 0,017      |            |
|               | 18     | 0,027      |            |
|               | 19     | 0,025      |            |
|               | 20     | 0,020      |            |
|               | 21     | 0,023      |            |
| Sem gomas     | 22     | 0,019      | 0,017      |
|               | 23     | 0,015      |            |
|               | 24     | 0,020      |            |
|               | 25     | 0,016      |            |
|               | 26     | 0,015      |            |



|       |    |       |       |
|-------|----|-------|-------|
|       | 27 | 0,015 |       |
|       | 28 | 0,016 |       |
| Trigo | 29 | 0,022 | 0,016 |
|       | 30 | 0,020 |       |
|       | 31 | 0,014 |       |
|       | 32 | 0,013 |       |
|       | 33 | 0,015 |       |
|       | 34 | 0,016 |       |
|       | 35 | 0,015 |       |

### B. Observações experimentais da elasticidade da massa

As observações experimentais obtidas na determinação da elasticidade da massa, encontram-se na tabela abaixo representada:

Tabela 15 – Observações experimentais dos ensaios da elasticidade da massa

| Amostra          | Ensaio | Elasticidade | Elasticidade média |
|------------------|--------|--------------|--------------------|
| Xantana          | 1      | 0,911666667  | 0,89               |
|                  | 2      | 0,899250624  |                    |
|                  | 3      | 0,922500000  |                    |
|                  | 4      | 0,884263114  |                    |
|                  | 5      | 0,942547877  |                    |
|                  | 6      | 0,905079101  |                    |
|                  | 7      | 0,789342215  |                    |
| Guar             | 8      | 0,925000000  | 0,94               |
|                  | 9      | 0,955000000  |                    |
|                  | 10     | 0,955833333  |                    |
|                  | 11     | 0,925000000  |                    |
|                  | 12     | 0,939166667  |                    |
|                  | 13     | 0,939166667  |                    |
|                  | 14     | 0,930000000  |                    |
| Xantana/<br>guar | 15     | 0,903333333  | 0,90               |
|                  | 16     | 0,910907577  |                    |
|                  | 17     | 0,893422148  |                    |
|                  | 18     | 0,916666667  |                    |
|                  | 19     | 0,925000000  |                    |
|                  | 20     | 0,876666667  |                    |

|           |    |             |      |
|-----------|----|-------------|------|
|           | 21 | 0,870940883 |      |
| Sem gomas | 22 | 0,915903414 | 0,89 |
|           | 23 | 0,933388843 |      |
|           | 24 | 0,845000000 |      |
|           | 25 | 0,885928393 |      |
|           | 26 | 0,900000000 |      |
|           | 27 | 0,895000000 |      |
|           | 28 | 0,856786012 |      |
| Trigo     | 29 | 0,908409659 | 0,91 |
|           | 30 | 0,891666667 |      |
|           | 31 | 0,923333333 |      |
|           | 32 | 0,905833333 |      |
|           | 33 | 0,916736053 |      |
|           | 34 | 0,890924230 |      |
|           | 35 | 0,903333333 |      |

### C. Observações experimentais da firmeza da massa

As observações experimentais obtidas para a firmeza da massa, encontram-se na tabela abaixo representada:

Tabela 16 – Observações experimentais dos ensaios da firmeza da massa

| Amostra  | Ensaio | Firmeza (N) | Firmeza média (N) |
|----------|--------|-------------|-------------------|
| Xantana  | 1      | 0,41        | 0,43              |
|          | 2      | 0,525       |                   |
|          | 3      | 0,463       |                   |
|          | 4      | 0,438       |                   |
|          | 5      | 0,432       |                   |
|          | 6      | 0,322       |                   |
|          | 7      | 0,417       |                   |
| Guar     | 8      | 0,496       | 0,46              |
|          | 9      | 0,477       |                   |
|          | 10     | 0,439       |                   |
|          | 11     | 0,365       |                   |
|          | 12     | 0,542       |                   |
|          | 13     | 0,451       |                   |
|          | 14     | 0,444       |                   |
| Xantana/ | 15     | 0,511       | 0,53              |

|           |    |       |      |
|-----------|----|-------|------|
| guar      | 16 | 0,528 | 0,46 |
|           | 17 | 0,548 |      |
|           | 18 | 0,588 |      |
|           | 19 | 0,554 |      |
|           | 20 | 0,420 |      |
|           | 21 | 0,591 |      |
| Sem gomas | 22 | 0,499 | 0,46 |
|           | 23 | 0,472 |      |
|           | 24 | 0,433 |      |
|           | 25 | 0,472 |      |
|           | 26 | 0,469 |      |
|           | 27 | 0,41  |      |
| Trigo     | 28 | 0,465 | 0,28 |
|           | 29 | 0,278 |      |
|           | 30 | 0,282 |      |
|           | 31 | 0,283 |      |
|           | 32 | 0,29  |      |
|           | 33 | 0,269 |      |
|           | 34 | 0,273 |      |
|           | 35 | 0,321 |      |

#### D. Observações experimentais da adesividade da massa

As observações experimentais obtidas para a adesividade da massa, encontram-se na tabela abaixo representada:

Tabela 17 – Observações experimentais dos ensaios da adesividade da massa.

| Amostra | Ensaio | Adesividade (N.s) | Adesividade média (N.s) |
|---------|--------|-------------------|-------------------------|
| Xantana | 1      | -0,005            | -0,003                  |
|         | 2      | -0,004            |                         |
|         | 3      | -0,001            |                         |
|         | 4      | -0,005            |                         |
|         | 5      | -0,001            |                         |
|         | 6      | -0,001            |                         |
|         | 7      | -0,005            |                         |

|                  |    |        |        |
|------------------|----|--------|--------|
| Guar             | 8  | -0,001 | -0,002 |
|                  | 9  | 0      |        |
|                  | 10 | 0      |        |
|                  | 11 | 0,003  |        |
|                  | 12 | -0,007 |        |
|                  | 13 | -0,002 |        |
|                  | 14 | -0,004 |        |
| Xantana/<br>guar | 15 | 0,002  | -0,003 |
|                  | 16 | -0,004 |        |
|                  | 17 | -0,002 |        |
|                  | 18 | -0,001 |        |
|                  | 19 | -0,007 |        |
|                  | 20 | -0,004 |        |
|                  | 21 | -0,003 |        |
| Sem gomas        | 22 | 0,002  | -0,002 |
|                  | 23 | -0,001 |        |
|                  | 24 | 0,001  |        |
|                  | 25 | -0,001 |        |
|                  | 26 | -0,007 |        |
|                  | 27 | -0,001 |        |
|                  | 28 | -0,006 |        |
| Trigo            | 29 | 0,001  | -0,004 |
|                  | 30 | -0,003 |        |
|                  | 31 | -0,002 |        |
|                  | 32 | -0,005 |        |
|                  | 33 | -0,01  |        |
|                  | 34 | -0,007 |        |
|                  | 35 | -0,005 |        |

### E. Observações experimentais para a coesividade da massa

As observações experimentais obtidas para a coesividade da massa encontram-se na tabela abaixo representada:

Tabela 18 – Observações experimentais dos ensaios da coesividade da massa

| Amostra          | Ensaio | Coesividade | Coesividade média (N) |
|------------------|--------|-------------|-----------------------|
| Xantana          | 1      | 1,48161765  | 1,48                  |
|                  | 2      | 1,47496423  |                       |
|                  | 3      | 1,45136187  |                       |
|                  | 4      | 1,47704082  |                       |
|                  | 5      | 1,45302013  |                       |
|                  | 6      | 1,49061033  |                       |
|                  | 7      | 1,55839058  |                       |
| Guar             | 8      | 1,46803821  | 1,49                  |
|                  | 9      | 1,46065699  |                       |
|                  | 10     | 1,496228    |                       |
|                  | 11     | 1,50569948  |                       |
|                  | 12     | 1,51134752  |                       |
|                  | 13     | 1,47976879  |                       |
|                  | 14     | 1,52828619  |                       |
| Xantana/<br>guar | 15     | 1,50408922  | 1,50                  |
|                  | 16     | 1,48039914  |                       |
|                  | 17     | 1,5         |                       |
|                  | 18     | 1,48582996  |                       |
|                  | 19     | 1,47932817  |                       |
|                  | 20     | 1,52912621  |                       |
|                  | 21     | 1,50099141  |                       |
| Sem gomas        | 22     | 1,51274363  | 1,55                  |
|                  | 23     | 1,52957746  |                       |
|                  | 24     | 1,57370184  |                       |
|                  | 25     | 1,55102041  |                       |
|                  | 26     | 1,54166667  |                       |
|                  | 27     | 1,5965251   |                       |
|                  | 28     | 1,55811966  |                       |
| Trigo            | 29     | 1,51325758  | 1,52                  |
|                  | 30     | 1,50183599  |                       |
|                  | 31     | 1,49807939  |                       |
|                  | 32     | 1,55645161  |                       |
|                  | 33     | 1,5378882   |                       |
|                  | 34     | 1,51409396  |                       |
|                  | 35     | 1,53668478  |                       |

## F. Observações experimentais da gomosidade da massa

As observações experimentais obtidas para a gomosidade da massa encontram-se na tabela abaixo representada:

Tabela 19 – Observações experimentais dos ensaios da gomosidade da massa

| Amostra          | Ensaio | Gomosidade (N) | Gomosidade média (N) |
|------------------|--------|----------------|----------------------|
| Xantana          | 1      | 0,60746324     | 0,64                 |
|                  | 2      | 0,77435622     |                      |
|                  | 3      | 0,67198054     |                      |
|                  | 4      | 0,64694388     |                      |
|                  | 5      | 0,6277047      |                      |
|                  | 6      | 0,47997653     |                      |
|                  | 7      | 0,64984887     |                      |
| Guar             | 8      | 0,72814695     | 0,68                 |
|                  | 9      | 0,69673338     |                      |
|                  | 10     | 0,65684409     |                      |
|                  | 11     | 0,54958031     |                      |
|                  | 12     | 0,81915035     |                      |
|                  | 13     | 0,66737572     |                      |
|                  | 14     | 0,67855907     |                      |
| Xantana/<br>guar | 15     | 0,76858959     | 0,80                 |
|                  | 16     | 0,78165075     |                      |
|                  | 17     | 0,822          |                      |
|                  | 18     | 0,87366802     |                      |
|                  | 19     | 0,8195478      |                      |
|                  | 20     | 0,64223301     |                      |
|                  | 21     | 0,88708592     |                      |
| Sem gomas        | 22     | 0,75485907     | 0,71                 |
|                  | 23     | 0,72196056     |                      |
|                  | 24     | 0,6814129      |                      |
|                  | 25     | 0,73208163     |                      |
|                  | 26     | 0,72304167     |                      |
|                  | 27     | 0,65457529     |                      |
|                  | 28     | 0,72452564     |                      |
| Trigo            | 29     | 0,42068561     | 0,43                 |
|                  | 30     | 0,42351775     |                      |

|  |    |            |
|--|----|------------|
|  | 31 | 0,42395647 |
|  | 32 | 0,45137097 |
|  | 33 | 0,41369193 |
|  | 34 | 0,41334765 |
|  | 35 | 0,49327582 |

### G. Observações experimentais da masticabilidade da massa

As observações experimentais obtidas para a Masticabilidade da massa encontram-se na tabela abaixo representada:

Tabela 20 – Observações experimentais dos ensaios da masticabilidade da massa

| Amostra          | Ensaio | Masticabilidade (N) | Masticabilidade média (N) |
|------------------|--------|---------------------|---------------------------|
| Xantana          | 1      | 0,553803983         | 0,57                      |
|                  | 2      | 0,696340317         |                           |
|                  | 3      | 0,619902053         |                           |
|                  | 4      | 0,572068608         |                           |
|                  | 5      | 0,59164173          |                           |
|                  | 6      | 0,434416722         |                           |
|                  | 7      | 0,512953147         |                           |
| Guar             | 8      | 0,673535929         | 0,64                      |
|                  | 9      | 0,665380382         |                           |
|                  | 10     | 0,627833477         |                           |
|                  | 11     | 0,508361788         |                           |
|                  | 12     | 0,762492455         |                           |
|                  | 13     | 0,626777033         |                           |
|                  | 14     | 0,631059933         |                           |
| Xantana/<br>guar | 15     | 0,694292597         | 0,72                      |
|                  | 16     | 0,712011589         |                           |
|                  | 17     | 0,734393006         |                           |
|                  | 18     | 0,800862348         |                           |
|                  | 19     | 0,758081718         |                           |
|                  | 20     | 0,563024272         |                           |
|                  | 21     | 0,772599396         |                           |
| Sem gomas        | 22     | 0,691378            | 0,63                      |
|                  | 23     | 0,673869935         |                           |

|       |    |             |      |
|-------|----|-------------|------|
|       | 24 | 0,575793899 |      |
|       | 25 | 0,648571904 |      |
|       | 26 | 0,6507375   |      |
|       | 27 | 0,585844884 |      |
|       | 28 | 0,620763434 |      |
| Trigo | 29 | 0,382154868 | 0,39 |
|       | 30 | 0,377636659 |      |
|       | 31 | 0,391453137 |      |
|       | 32 | 0,408866868 |      |
|       | 33 | 0,379246303 |      |
|       | 34 | 0,368261438 |      |
|       | 35 | 0,445592486 |      |



## Apêndice II– Ficha de prova de consumidores

Nome: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Sexo: ☐ F ☐ M Idade: \_\_\_\_\_

Por favor prove a amostra apresentada e assinale com um **X** o grau em que aprecia.  
**Muito obrigada.**

| Amostra: _____ |                          |                                |
|----------------|--------------------------|--------------------------------|
|                | <input type="checkbox"/> | Extremamente agradável         |
|                | <input type="checkbox"/> | Muito agradável                |
|                | <input type="checkbox"/> | Moderadamente agradável        |
|                | <input type="checkbox"/> | Ligeiramente agradável         |
|                | <input type="checkbox"/> | Nem agradável nem desagradável |
|                | <input type="checkbox"/> | Ligeiramente desagradável      |
|                | <input type="checkbox"/> | Moderadamente desagradável     |
|                | <input type="checkbox"/> | Muito desagradável             |
|                | <input type="checkbox"/> | Extremamente desagradável      |

## Apêndice III– Registos da prova de análise sensorial

Tabela 21 – Registos da prova de análise sensorial

| Provedores |   |       | Amostra |     | Observações   |
|------------|---|-------|---------|-----|---|
| Sexo       |   | Idade |         |     |   |
| F          | M |       | 423     | 642 |   |
|            | x | 41    | 6       | 8   |   |
| x          |   | 20    | 7       | 8   |   |
| x          |   | 19    | 4       | 7   | Amostra 423 - “Porque a massa era mais dura”          |
| x          |   | 18    | 4       | 7   | Amostra 423 - “massa encontrava-se ligeiramente dura” |
| x          |   | 19    | 7       | 7   |   |
|            | x | 18    | 6       | 8   |   |
| x          |   | 33    | 7       | 8   |   |
| x          |   | 20    | 9       | 9   |   |
| x          |   | 20    | 8       | 9   |   |
|            | x | 20    | 9       | 9   |   |
| x          |   | 21    | 9       | 9   |   |
| x          |   | 21    | 8       | 9   |   |
| x          |   | 21    | 9       | 9   |   |
| x          |   | 49    | 7       | 8   |   |
|            | x | 23    | 7       | 8   |   |
|            | x | 20    | 8       | 8   |   |
|            | x | 20    | 7       | 8   |   |
|            | x | 21    | 7       | 8   |   |
| x          |   | 20    | 9       | 7   |   |
| x          |   | 22    | 8       | 7   |   |
| x          |   | 19    | 8       | 7   |   |
| x          |   | 19    | 8       | 7   |   |
| x          |   | 20    | 8       | 8   |   |
| x          |   | 20    | 7       | 4   | Amostra 642 - “massa com sabor estranho”              |
| x          |   | 21    | 8       | 4   | Amostra 642 - “sabor residual estranho”               |
| x          |   | 20    | 8       | 4   | Amostra 642 - “sabor final estranho”                  |
| x          |   | 20    | 8       | 3   | Amostra 642 - “massa sabe a detergente”               |
| x          |   | 19    | 7       | 5   |   |
| x          |   | 19    | 8       | 7   |   |
| x          |   | 23    | 7       | 8   |   |
| x          |   | 25    | 7       | 8   |   |
| x          |   | 20    | 7       | 8   |   |
|            | x | 34    | 8       | 8   |   |
| x          |   | 21    | 8       | 6   |   |
| x          |   | 21    | 9       | 5   |   |
| x          |   | 20    | 8       | 5   |   |
| x          |   | 20    | 8       | 4   | Amostra 642 - “Muito mole”                            |
| x          |   | 23    | 8       | 6   |   |
| x          |   | 20    | 9       | 6   |   |
|            | x | 22    | 6       | 8   |   |
| x          |   | 18    | 8       | 7   |   |

|   |   |    |   |   |   |
|---|---|----|---|---|---|
| x |   | 18 | 8 | 9 |   |
| x |   | 18 | 8 | 6 |   |
| x |   | 19 | 8 | 7 |   |
| x |   | 47 | 9 | 8 |   |
|   | x | 47 | 8 | 8 |   |
|   | x | 20 | 8 | 8 |   |
|   | x | 63 | 8 | 8 |   |
|   | x | 24 | 8 | 8 |   |
| x |   | 18 | 8 | 5 |   |
| x |   | 21 | 7 | 6 |   |
| x |   | 37 | 7 | 8 |   |
| x |   | 40 | 9 | 9 |   |
| x |   | 20 | 9 | 6 |   |
| x |   | 20 | 6 | 8 |   |
|   | x | 21 | 8 | 8 |   |
| x |   | 20 | 7 | 8 |   |
|   | x | 24 | 6 | 8 |   |
|   | x | 20 | 9 | 8 |   |
|   | x | 36 | 7 | 8 | O provador classificou a massa do rissol 423 com 7 e o recheio com 8. Como o nosso estudo é referente á massa a pontuação aceite foi 7. |



## **Anexos**



## Anexo I – 10 Mandamentos da DC



### Doença Celiaca

A Doença Celiaca (DC) é uma doença crónica, auto-imune, causada pela intolerância do organismo a uma proteína denominada Glúten.

A ingestão de alimentos que contêm essa proteína vai provocar uma má absorção dos nutrientes alimentares.

O celiaco tem como único tratamento o seguimento vitalício de uma dieta alimentar rigorosa sem glúten.

# 10

## Mandamentos

- 01.** Nunca deixe de cumprir a dieta alimentar, pois só assim se manterá saudável.
- 02.** Após a introdução da dieta sem glúten, o celiaco sentirá melhorias generalizadas do seu estado de saúde. Contudo, tal facto não é sinónimo de cura.
- 03.** Se quebrar a dieta e não tiver sintomas não considere que está curado ou que pode, pontualmente, abdicar da mesma.
- 04.** Tente fazer refeições que possam ser partilhadas por toda a família, evitando assim situações de contaminação na sua cozinha.
- 05.** Informe na escola, cantina, local de trabalho, hotel, sobre as especificidades da sua dieta.
- 06.** Consulte regularmente o seu Médico, mesmo após diagnóstico, para a realização de análises periódicas.
- 07.** O trabalho associativo e o contacto com outros celiacos é terapêutico e melhora o cumprimento da dieta.
- 08.** Leia regularmente a composição dos alimentos que compra, pois esta pode ser alterada sem aviso prévio.
- 09.** Existem 3 formas de saber se um alimento não tem glúten, por ordem crescente de fiabilidade:
  - a) lendo a lista de ingredientes;
  - b) consultando listagem fornecida pelas empresas alimentares à APC;
  - c) consultando listagem de produtos analisados em laboratório.
- 10.** Cumpra a regra de ouro relativa aos alimentos: Em caso de dúvida não consuma!

## Anexo II – Lista de classificação de ingredientes

# Lista de ingredientes

Ler **sempre** a lista de ingredientes!



**APC**  
ASSOCIAÇÃO PORTUGUESA DE CELÍACOS

| 01. Permitidos   | 02. Perigosos  | 03. Proibidos   |
|--|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>· Farinhas, Amidos e derivados de:<br/>Milho<br/>Arroz<br/>Trigo Sarraceno<br/>Batata<br/>Mandioca<br/>Tapioca</li> <li>· Fruta</li> <li>· Legumes</li> <li>· Leguminosas (Feijão, Grão, Ervilhas, Favas, etc.)</li> <li>· Leite natural Gordo, Meio Gordo e Magro</li> <li>· Queijo fresco, Requeijão</li> <li>· Iogurtes naturais</li> <li>· Ovos</li> <li>· Peixe</li> <li>· Carne</li> <li>· Marisco</li> <li>· Açúcar, Sal</li> <li>· Mel</li> <li>· Azeite e Óleos vegetais</li> <li>· Água</li> <li>· Vinho</li> <li>· Chá</li> <li>· Café Puro</li> <li>· Especiarias (pimenta em grão, noz moscada, cravinho, mostarda, etc.)</li> <li>· Ervas aromáticas (salsa, coentros, oregãos, etc.)</li> </ul> <p><b>Nos ingredientes dos alimentos pode consumir:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Xarope de Glucose</li> <li>· Glicose</li> <li>· Dextrina, Dextrose</li> <li>· Maltodextrina ou Dextrina do Malte</li> <li>· Sorbitol, Maltitol, Lecitina de Soja</li> <li>· Farinha de Semente de Alfarroba</li> <li>· Goma de Xantana, Guar</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Broa de Milho</li> <li>· Queijos industriais</li> <li>· Iogurtes de Aromas/Pedaços</li> <li>· Leites achocolatados, maltados e aromatizados</li> <li>· Produtos pré-cozinhados, congelados e ultra congelados</li> <li>· Salsichas em lata</li> <li>· Enlatados</li> <li>· Fiambre, Presunto e Chouriço</li> <li>· Pâtes</li> <li>· Polpa de Tomate</li> <li>· Caldos de carne e peixe</li> <li>· Outros temperos industriais (ketchup, maionese, mostarda, etc.)</li> <li>· Sobremesas instantâneas</li> <li>· Gelados comerciais</li> <li>· Compotas de fruta</li> <li>· Chocolates em tablete e/ou pó</li> <li>· Fruta em Calda/Cristalizada</li> <li>· Gelatinas</li> <li>· Produtos de soja</li> <li>· Natas</li> <li>· Manteigas e margarinas</li> <li>· Banhas Industriais</li> <li>· Batatas fritas de pacote</li> <li>· Refrigerantes</li> <li>· Sumos concentrados</li> <li>· Whisky</li> <li>· Açúcar glacé</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>· Farinhas e Amidos de:<br/>Trigo e variantes (Triticale, espelta, kamut, etc.)<br/>Aveia<br/>Centeio<br/>Cevada</li> <li>· Malte e extracto de malte</li> <li>· Pão</li> <li>· Bolos</li> <li>· Bolachas</li> <li>· Massas</li> <li>· Iogurtes com cereais</li> <li>· Farinheira e Alheira</li> <li>· Sopas de pacote</li> <li>· Panados</li> <li>· Delícias do Mar</li> <li>· Pizza</li> <li>· Lasanha</li> <li>· Canelones</li> </ul> <p><b>Nos ingredientes dos alimentos deve evitar:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Amido dos cereais proibidos</li> <li>· Amido</li> <li>· Amido Modificado</li> <li>· Proteína vegetal</li> <li>· Fibras alimentares</li> <li>· E-14xx e E-5xx</li> <li>· Malte e xarope de malte</li> <li>· Extracto de Malte</li> <li>· Levedura</li> <li>· Cereais</li> <li>· Pasta de Cacau</li> </ul> |

TASTE FOR LIFE





